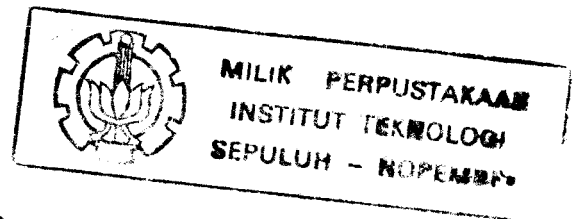
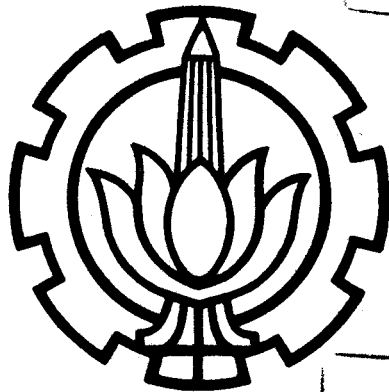


4236/ITS/H/91 ✓

STUDI PENGKAJIAN TENTANG SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION



FBI
601.388
Prt
S-1
1991

PERPUSTAKAAN I. T. S.	
Tgl. Pinjam	31 MAY 1991
Class. Dati	H- F71-E
No. Agenda Pip	824

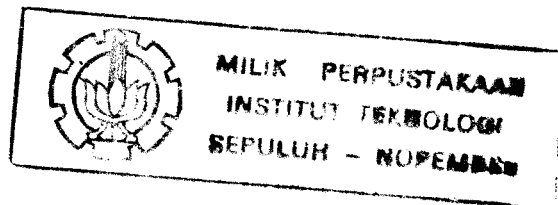
Oleh :

Prihantono

NRP. 2852200269

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

STUDI PENGKAJIAN TENTANG SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION



TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**

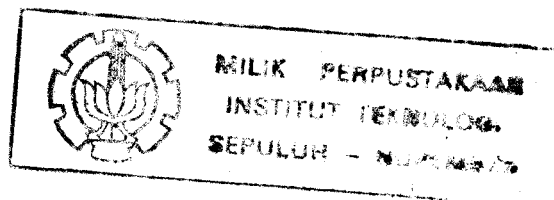
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mulyanto", with a horizontal line underneath. To the right of the signature is the date "6/4/91" written in a cursive style.

Dr. Ir. AGUS MULYANTO

S U R A B A Y A

MARET, 1991

ABSTRAK



Teknologi Televisi menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Hal ini terbukti dengan dikembangkannya sistem High Definition Television (HDTV), yang merupakan teknologi televisi tingkat lanjut (Advanced Television). Sistem HDTV mampu menampilkan gambar dengan kualitas gambar yang lebih baik dari sistem televisi konvensional. Gambar tampilan HDTV tampak lebih tajam, jernih, jelas, dan warna lebih cemerlang, serta berkesan nyata dan alami. Sistem HDTV dikembangkan oleh banyak negara dengan karakteristik tertentu.

Dalam tugas akhir ini dibahas teknologi HDTV secara umum. Untuk mengetahui karakteristik dan keunggulan sistem HDTV, maka dibahas beberapa sistem HDTV yang dikembangkan di Amerika dan Jepang, yaitu : sistem Advanced Compatible (ACTV), sistem Split-Luminance Split-Chrominance (SLSC), dan sistem Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding (MUSE). Selanjutnya akan dibahas perbandingan dari sistem-sistem tersebut.

Dalam sistem HDTV digunakan parameter-parameter kualitas gambar televisi baru guna menghasilkan gambar tampilan yang lebih baik, yaitu jumlah scanning line, intensitas warna, jarak pandang, sudut pandang, ukuran gambar, dan aspect ratio. Untuk menghilangkan gangguan-gangguan gambar dan efisiensi bandwidth transmisi diterapkan teknik-teknik baru dalam pembentukan (encoding-decoding) sinyal gambarnya.

Dari Studi yang dilakukan diperoleh bahwa sistem HDTV dengan jumlah scanning line dua kali sistem televisi konvensional (1050 atau 1125 garis). aspect ratio lebar (16:9 atau 5:3), ukuran gambar tampilan besar, sudut pandang 30°, dan jarak pandang sebesar tiga kali tinggi layar tampilan (3H), mampu menampilkan gambar yang setara dengan gambar bioskop yang menggunakan film 35 mm. Bandwidth transmisi yang digunakan berbeda-beda untuk setiap sistem. Sistem ACTV 12 MHz, sistem SLSC 12 MHz, sistem MUSE (Hi-Vision) 8,1 MHz, sistem Narrow MUSE 12 MHz, sistem NTSC Compatible MUSE - 6 (NCM-6) 6 MHz, dan sistem NTSC Compatible MUSE - 9 (NCM-9) 9 MHz.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim.

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya, telah kami selesaikan buku tugas akhir yang berjudul :

STUDI PENGKAJIAN TENTANG SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION

Tugas Akhir ini mempunyai beban kredit 6 SKS yang merupakan sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro pada bidang studi Teknik Telekomunikasi di Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Harapan kami semoga buku ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Surabaya, Pebruari 1991

Penyusun.

UCAPAN TERIMA KASIH

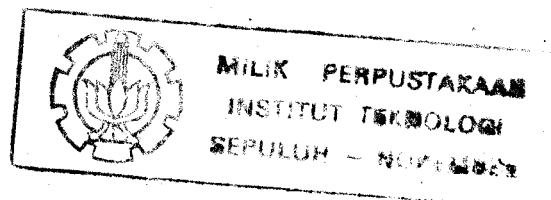
Dengan selesainya penyusunan buku tugas akhir ini, maka ingin kami sampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bpk. Dr. Ir. Agus Mulyanto selaku dosen pembimbing, dosen wali, dan Koordinator Bidang Studi Telekomunikasi yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Bpk. Ir. Katjuk Astrowulan, MSEE. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bpk. Ir. Hidajanto Djamal selaku Kabag. Pusbinsartek TVRI Stasiun Pusat Jakarta yang banyak membantu memperoleh data
4. Segenap staf dan karyawan, khususnya bagian perpustakaan dan Laboratorium Teknik Telekomunikasi Elektro FTI ITS.
5. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberi motivasi, saran dan bantuan pada saat penulis menyusun buku ini.
6. Bapak, Ibu, Saudara-saudara, dan Kekasihku - Maria, yang telah banyak memberi dorongan dan bantuan baik moril maupun spirituil dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan yang Maha Pengasih memberikan balasan atas segala bantuan telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

BAB	HALAMAN
JUDUL	1
LEMBAR PENGESAHAN	11
ABSTRAK	111
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I : PENDAHULUAN	1
I. 1. Latar Belakang	1
I. 2. Permasalahan	3
I. 3. Pembatasan Permasalahan	4
I. 4. Metodologi	5
I. 5. Sistematika Pembahasan	5
I. 6. Relevansi	6
BAB II : DASAR - DASAR SISTEM TELEVISI	7
II. 1. Umum	7
II. 2. Stasiun Pemancar Televisi Broadcas- ting	8
II. 3. Sinkronisasi Pemancar dan Penerima	10
II. 3. 1. Pengulasan Progresif	12



II.3.2. Pengulasan Terjalin	12
II.4. Kualitas Gambar	15
II.4.1. Brightness	15
II.4.2. Contrass	15
II.4.3. Detail	16
II.4.4. Level Warna	16
II.4.5. HUE	17
II.4.6. Aspect Ratio	17
II.4.7. Jarak Pandang	17
II.5. Sinyal Video Komposit	18
II.6. Polaritas Sinkronisasi Sinyal Video Komposit	19
II.7. Sinyal Sinkronisasi Horizontal dan Vertikal	21
II.8. Sinyal Pengosongan (Blanking)	24
II.9. Sinyal Video Televisi Berwarna	26
II.9.1. Sinyal Luminan	27
II.9.2. Sinyal Perbedaan Warna R-Y dan B-Y	28
II.9.3. Sinyal Perbedaan Warna I-Q	29
II.9.4. Sinyal Krominan	29
II.9.5. Modulasi Krominan	30
II.9.6. Penekanan Sinyal Sub Pembawa Warna	31
II.10. Burs Warna	31

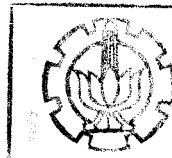
II.11. Proses Encoding dan Decoding	
Informasi Warna	32
II.12. Sudut-sudut Fase Hue	35
II.13. Standart Transmisi	36
II.14. Kekurangan-kekurangan pada Quali- tas Penampilan Kerja Sistem Televisi Konvensional	39
BAB III : TEKNOLOGI ADVANCED TELEVISION (ATV)	41
III.1. Umum	41
III.2. Sistem IDTV	41
III.3. Sistem EDTV	42
III.4. Sistem HDTV	44
III.5. Sistem HDTV Ditinjau dari Sistem Visual Manusia	45
III.6. Parameter Umum Kualitas Gambar HDTV	45
III.6.1. Sudut Pandang	47
III.6.2. Jarak Pandang	47
III.6.3. Aspect ratio	48
III.6.4. Ukuran Gambar	50
III.6.5. Resolusi Gambar	50
III.6.6. Sistem Scanning	50
III.6.7. Field Frequency	51
III.7. Macam-macam Sistem HDTV	52

BAB IV : SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION DI	
AMERIKA	54
IV.1. Sistem Advanced Compatible Tele-	
vision	54
IV.1.1. Umum	54
IV.1.2. Sumber Sinyal ACTV	55
IV.1.3. V-T Prefiltering Untuk Sinyal	
Prograssive Scan	56
IV.1.4. Konversi dari Progressive Scan ke	
Interlace Scan	56
IV.1.5. Encoding Sinyal Gambar ACTV I ...	57
IV.1.6. Compatibility	66
IV.1.7. Recoverability	67
IV.1.8. Intraframe Averaging	68
IV.1.9. Decoding Sinyal Gambar ACTV I...	70
IV.1.10. Encoding Sinyal Gambar ACTV II	75
IV.1.11. Multiplexing Sinyal Luma, Kroma	
dan Data	82
IV.1.12. Decoding Sinyal Gambar ACTV II	84
IV.1.13. Resolusi Luminan	86
IV.1.14. Resolusi Krominan	87
IV.2. Sistem Split Luminance - Split	
Chrominance	88
IV.2.1. Umum	88

IV. 2. 2. Karakteristik Sistem SLSC	88
IV. 2. 3. Bentuk Sinyal HDTV-SLSC	89
IV. 2. 4. Proses Encoding Sinyal HDTV-SLSC Dasar	90
IV. 2. 5. Proses Decoding Sinyal HDTV-SLSC Dasar	93
IV. 2. 6. Resolusi Vertikal HDTV-SLSC Dasar	96
IV. 2. 7. Resolusi Horizontal HDTV-SLSC Dasar	96
IV. 2. 8. Proses Penurunan Cross Talk	97
IV. 2. 9. Sistem SLSC	98
IV. 2. 10. Gating	98
IV. 2. 11. Proses Encoding SLSC-ART	100
IV. 2. 12. Resolusi Horizontal Sistem SLSC - ART	102
IV. 2. 13. Proses decoding SLSC - ART	103
BAB V : SISTEM HDTV DI JEPANG	105
V. 1. Umum	105
V. 2. Parameter Dasar Sistem HDTV Jepang	106
V. 3. Sistem Transmisi dan Penyiaran HDTV Jepang	107
V. 3. 1. Sistem Base Band HLO PAL	107
V. 3. 2. Sistem Base Band TCI	110
V. 3. 3. Sistem Transmisi MUSE	111
V. 4. Sistem HDTV MUSE (HI-VISION)	113

V.4.1. Prinsip dari Sistem MUSE	113
V.4.2. Garis Besar Encoding Sistem MUSE	116
V.4.3. Garis Besar Decoding Sistem MUSE	119
V.4.4. Proses Encoding Sinyal Gambar	121
V.4.5. Format Pulsa Sinkronisasi	125
V.4.6. Format Sinyal Transmisi	127
V.4.7. Periode Vertical Blanking	130
V.5. Perkembangan Sistem MUSE	132
V.6. Sistem Narrow MUSE	132
V.6.1. Ciri-ciri Sistem	132
V.6.2. Konfigurasi Sistem	134
V.7. Sistem NTSC Compatible MUSE-6	135
V.7.1. Ciri-ciri Sistem	135
V.7.2. Konfigurasi Sistem	140
V.8. Sistem NTSC Compatible MUSE-9	143
V.8.1. Ciri-ciri Sistem	143
V.8.2. Konfigurasi Sistem	144
BAB VI : PERBANDINGAN BEBERAPA SISTEM HDTV	146
VI.1. Umum	146
VI.2. Kategori Spektrum dan Bandwidth transmisi	148
VI.3. Resolusi Gambar	149
VI.4. Aspect Ratio	150
VI.5. Scanning Line	150
VI.6. Program Transmisi dan Modulasi	151

BAB VII : KESIMPULAN	152
DAFTAR PUSTAKA	155
LAMPIRAN A : USULAN TUGAS AKHIR	159
LAMPIRAN B : RIWAYAT HIDUP	164



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
2-1. Sistem Pemancar Televisi	9
2-2. Pengulangan Progresif	13
2-3. Pengulangan Terjalin	14
2-4. Bentuk Sinyal Video Komposit	19
2-5. Sinyal Video Dengan Polaritas Sinkronisasi Positif	20
2-6. Pulsa Sinkronisasi Horizontal	22
2-7. Pulsa Sinkronisasi	23
2-8. Sinyal Pengosongan	25
2-9. Sinyal Burs Warna	32
2-10. Diagram Blok Encoder Sistem NTSC	33
2-11. Diagram Blok Decoder Sistem NTSC	34
2-12. Sudut-Sudut Fasa Hue	37
3-1. Karakteristik Sistem Visual Manusia	46
3-2. Hasil Test Subyektif Aspect Ratio	49
3-3. Sudut pandang, Jarak Pandang dan Aspect Ratio	49
4-1. Diagram Blok Encoder ACTV I	58
4-2. Diagram Gambar Proses Encoding Sinyal Gambar ACTV I	62
4-3. Algoritma Pembentukan Sinyal V-T Helper	65

4-4.	Keterangan Grafis Proses Intraframe Averaging	69
4-5.	Spektrum Sinyal ACTV I	70
4-6.	Diagram Blok Decoder ACTV I	71
4-7.	Diagram Gambar Decoding Sinyal Gambar ACTV II	75
4-8.	Diagram Blok Sistem ACTV II	77
4-9.	Proses Modulasi Sinyal Tambahan	78
4-10.	Diagram Blok Kompresi Sinyal ΔY	80
4-11.	Diagram Blok Kompresi Sinyal ΔI dan ΔQ	81
4-12.	Alokasi Frame Untuk Sinyal Tambahan	83
4-13.	Proses Demodulasi Sinyal Tambahan	84
4-14.	Diagram Blok Ekspansi Sinyal ΔY	85
4-15.	Diagram Blok Ekspansi Sinyal ΔI dan ΔQ	87
4-16.	Sinyal Baseband Komposit HDTV-SLSC	90
4-17.	Diagram Blok Encoder HDTV-SLSC	93
4-18.	Diagram Blok Decoder HDTV-SLSC	95
4-20.	Teknik Perbaikan Aspect Ratio	99
4-21.	Diagram Blok Encoder SLSC-ART	100
4-22.	Spektrum Sinyal Baseband Output SLSC-ART	102
5-1.	Spektrum Sinyal HLO-PAL	108
5-2.	Diagram Blok Skematis Encoder dan Decoder HLO-PAL	109
5-3.	Spektrum Sinyal TCI-LSC	110
5-4.	Diagram Blok Skematis Encoder dan Decoder TCI	112

5-5.	Prinsip Dasar Sistem Transmisi MUSE	113
5-6.	Daerah Yang Dapat Ditransmisikan Pada Metode Sampling Sinyal Y	115
5-7.	Diagram Blok Encoder MUSE	116
5-8.	Diagram Blok Decoder MUSE	119
5-9.	Pola Sub Sampling Sinyal Luminan	121
5-10.	Pola Sub Sampling Sinyal C	122
5-11.	Daerah Sinyal Y yang Dapat Ditransmisikan ...	123
5-12.	Sistem Sinkronisasi Untuk MUSE	126
5-13.	Sistem Phase Lock Pada Decoder	127
5-14.	Format Transmisi Sinyal MUSE	129
5-15.	Penempatan Titik Sampling Horizontal	130
5-16.	Bandwidth Sinyal Transmisi Narrow-MUSE	134
5-17.	Diagram Blok Encoder dan Decoder Narrow-MUSE	136
5-18.	Resolusi Ruang NCM-6 / NCM-9	138
5-19.	Metode Band Compression untuk NCM-6	139
5-20.	Diagram Blok Encoder NCM-6	141
5-21.	Diagram Blok Decoder NCM-6	142

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2-1. Alokasi Kanal Televisi	38
4-1. Karakteristik Sistem ACTV	56
4-2. Karakteristik Sistem SLSC DASAR	87
5-1. Parameter Dasar sistem HDTV Jepang	106
5-2. Karakteristik Sistem Hi-Vision	117
5-3. Ketetapan Untuk Control Signal	131
6-1. Perbandingan Sistem HDTV	147

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 LATAR BELAKANG

Perkembangan dan Kemajuan teknologi menjelang berakhirnya abad ke-20 ini menampakkan gejala yang sangat pesat sekali. Penemuan demi penemuan telah menyebabkan perubahan ke arah kesempurnaan yang pada waktunya mau tidak mau dipakai dan mempengaruhi kehidupan manusia.

Seiring dengan berkembangnya teknologi mikroelektronik, pemrosesan sinyal dan transmisi maka teknologi televisi pun juga mengalami perkembangan yang pesat. Jika dipandang dari kronologis sejarahnya perkembangan televisi diawali dengan diciptakannya sistem televisi hitam putih yang tidak lama kemudian diikuti dengan diciptakannya sistem televisi warna dengan standard PAL, SECAM dan NTSC. Perkembangan selanjutnya adalah dikembangkannya teknologi televisi tingkat lanjut atau dikenal dengan ATV (Advanced Television). Sampai saat ini telah dikembangkan beberapa jenis sistem ATV yang kesemuanya bertujuan untuk memperbaiki kualitas penampilan kerja sistem televisi.

Salah satu jenis teknologi ATV adalah sistem HDTV (High Definition Television). Sistem HDTV ini mempunyai keunggulan-keunggulan bila dibandingkan dengan sistem televisi konvensional standar PAL, SECAM dan NTSC. Keunggulan sistem HDTV ini terletak pada kemampuannya dalam memproduksi dan mereproduksi citra gambar yang berkualitas jauh lebih baik daripada sistem televisi konvensional. Sehingga gambar yang ditampilkan oleh penerima HDTV broadcast berlayar lebar tampak lebih jelas dan tajam, warna gambar tampak lebih cemerlang dan natural, dan tidak ada gangguan-gangguan gambar pada layar tampilan yang disebabkan oleh noise dan interferensi antara sinyal-sinyal gambar. Di samping itu gambar tampilan HDTV mampu memberikan efek psikologis yang berupa kesan melihat gambar nyata.

Pada sistem HDTV perbaikan kualitas gambar dilakukan baik pada unit produksi gambar maupun pada unit reproduksi gambar. Jadi sistem ini menggunakan peralatan-peralatan dengan standar yang baru.

Oleh karena keunggulan sistem HDTV terhadap televisi konvensional, dan karena adanya perbedaan pada karakteristik dan aplikasi teknologinya, maka diadakan studi tentang sistem HDTV ini.

1. 2. PERMASALAHAN

Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang teknologi sistem HDTV dan perkembangannya.

Gambar yang ditampilkan oleh sistem HDTV mempunyai kecemerlangan warna, kejelasan dan kejernihan yang melebihi sistem televisi konvensional. Selain itu juga dapat menimbulkan kesan gambar nyata dan alami. Hal ini diperoleh dengan penetapan parameter-parameter kualitas gambar tampilan televisi, antara lain yaitu : jarak pandang, sudut pandang, jumlah garis pengulasan, aspect ratio, serta komposisi warna (hue).

Agar dapat menampilkan gambar yang lebih berkualitas daripada gambar yang ditampilkan oleh sistem televisi konvensional diperlukan elemen-elemen gambar dan informasi warna yang lebih banyak. Dalam sistem HDTV diperlukan jumlah garis pengulasan kira-kira dua kali jumlah garis pengulasan televisi konvensional. Dengan demikian bandwidth sinyal baseband komposit menjadi dua kali sinyal baseband televisi konvensional.

Dengan meningkatnya bandwidth sinyal baseband maka bandwidth transmisinya juga meningkat melebihi bandwidth kanal transmisi televisi broadcast yang telah ditetapkan oleh CCIR.

Gangguan-gangguan gambar yang biasa timbul pada televisi konvensional dihilangkan dengan menghilangkan interferensi antar sinyal krominan maupun interferensi antara sinyal luminan dan sinyal krominan.

Gambar berkualitas tinggi diperoleh dengan teknik-teknik baru baik pada unit produksi, unit transmisi maupun unit reproduksi gambar.

Agar bandwidth transmisi HDTV tidak terlalu jauh melebihi bandwidth televisi konvensional dan untuk menghilangkan interferensi-interferensi sinyal gambar maka pada bagian pemancar diterapkan teknik teknik baru dalam pembentukan (encoding) dan transmisi sinyal gambar komposit. Dan pada bagian penerima juga diterapkan teknik pembentukan kembali (decoding sinyal gambar).

I. 3. PEMBATASAN PERMASALAHAN

Pada tugas akhir ini pembahasan dibatasi pada teknologi sistem HDTV secara garis besar, parameter-parameter kualitas gambar HDTV, teknik pembentukan (encoding dan decoding) sinyal gambar HDTV.

Dari segi macam-macam sistem HDTV yang telah dikembangkan dewasa ini, pada tugas akhir ini pembahasan dibatasi pada sistem HDTV yang dikembangkan oleh Amerika dan Jepang, yaitu sistem Advanced Compatible Television (ACTV), sistem Split Luminance Split Chrominance (SLSC),

dan sistem HDTV MUSE (Multiple Sub Nyquist Sampling Encoding).

I. 4. METODOLOGI

Penyusunan tugas akhir ini bersifat suatu studi literatur yang dilakukan dengan mempelajari beberapa buku teks, jurnal-jurnal maupun majalah-majalah yang berkaitan dengan teknologi High Definition Television, kemudian menganalisa dan membahasnya sampai mendapat suatu kesimpulan.

I. 4. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan dalam buku tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

Pada BAB II dibahas tentang konsep dasar sistem televisi konvensional yang digunakan sebagai dasar untuk membahas sistem High Definition Television.

Pada BAB III dibahas tentang sistem Advanced Television (ATV) secara umum dan parameter-parameter umum kualitas gambar HDTV.

Pada BAB IV dibahas sistem HDTV di Amerika Yang terdiri dari sistem ACTV dan sistem SLSC.

Sistem HDTV yang dikembangkan di Jepang dibahas pada BAB V, yaitu sistem HDTV MUSE yang terdiri dari

Sistem Hi-Vision, Sistem Narrow-MUSE, Sistem NTSC Compatible MUSE-6 dan NTSC Compatible MUSE-9.

Pada BAB VI dibahas tentang perbandingan karakteristik sistem HDTV yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya. Dan selanjutnya Pada BAB VII diakhiri dengan kesimpulan.

I. 6. RELEVANSI

Dari studi pengkajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang perkembangan teknologi televisi di dunia Khususnya sistem High Definition Television dan selanjutnya dapat dijadikan bahan acuan dalam pengembangan pertelevisian di Indonesia.

BAB II

DASAR DASAR SISTEM TELEVISI

II. 1. UMUM

Pada sistem televisi hitam-putih sinar yang datang dari obyek diterima oleh kamera televisi dan diuraikan menjadi deretan elemen-elemen kecil gelap dan terang. Distribusi elemen-elemen ini kemudian ditransformasi menjadi sinyal-sinyal listrik analog. Dengan penambahan pulsa-pulsa sinkronisasi sinyal-sinyal listrik ini ditransmisikan ke penerima televisi melalui suatu kanal band-limited. Dan pada penerima televisi direkonstruksi menjadi citra gambar seperti aslinya.

Pada sistem televisi berwarna sinar yang datang dari sebuah obyek diterima oleh kamera dan diuraikan menjadi tiga komponen cahaya merah (R), biru (B) dan hijau (G) dengan menggunakan filter-filter warna. Ketiga komponen cahaya tersebut diubah menjadi sinyal-sinyal video (sinyal luminan dan krominan) pada sebuah encoder. Dengan penambahan sinyal sinkronisasi, sinyal-sinyal video tersebut ditransmisikan secara berurutan ke penerima

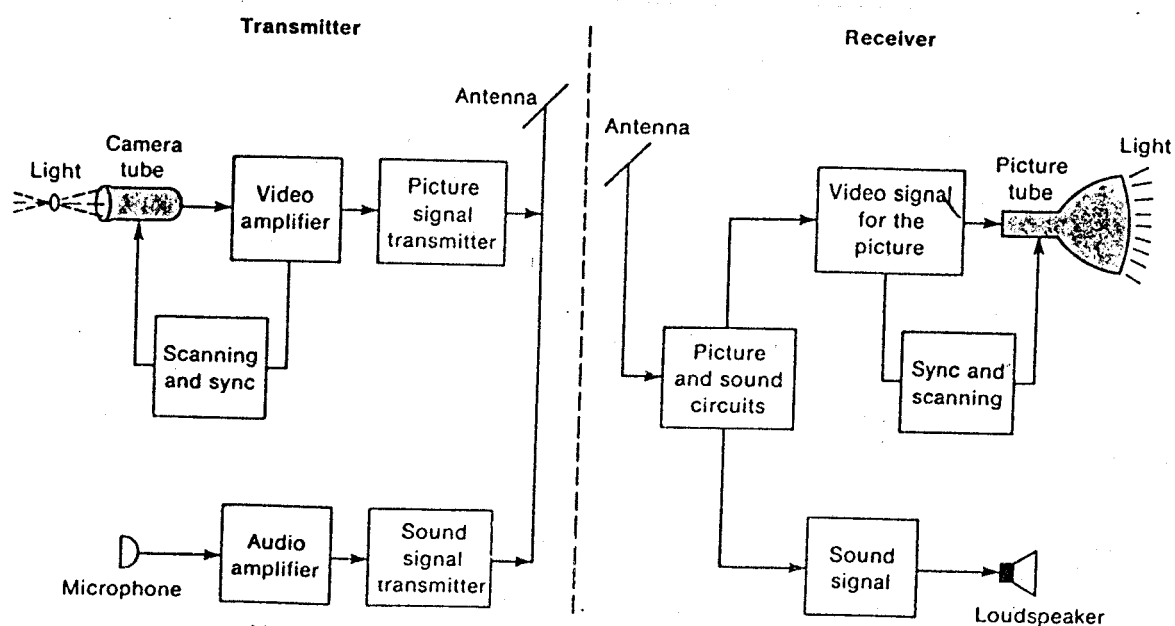
televisi yang selanjutnya direkonstruksi menjadi citra gambar aslinya.

Sistem televisi konvensional yang ada saat ini menganut tiga macam standar, yakni standar PAL, SECAM, dan NTSC. Karena sistem HDTV yang dibahas di sini diciptakan oleh negara -negara penganut sistem NTSC maka uraian-uraian pada bab ini difokuskan pada sistem televisi standar NTSC.

II. 2. STASIUN PEMANCAR TELEVISI BROADCAST

Untuk dapat memancarkan sinyal informasi yang berupa sinyal gambar dari suatu tempat ke tempat lain, diperlukan sebuah stasiun pemancar televisi. Pada dasarnya sebuah pemancar televisi terdiri dari dua buah pemancar yaitu pemancar untuk sinyal gambar dan pemancar untuk sinyal suara. Sistem yang digunakan pada pemancar suara adalah dengan menggunakan teknik modulasi frekuensi, dimana sistem ini sama seperti pada stasiun FM broadcast. Ada perbedaan yang menyolok antara deviasi frekuensi antara kedua pemancar tersebut, yaitu deviasi frekuensi untuk sistem televisi adalah ± 25 KHz sedangkan pada pemancar FM broadcast adalah ± 75 KHz. Karena itu pada pemancar FM broadcast mampu mampu memancarkan sinyal dengan range 30 Hz - 15 KHz, sehingga kualitas sinyal suara menjadi Hi-fi. Sedangkan untuk pemancar televisi

terutama suara kurang dapat menghilangkan efek noise secara langsung. Ini akan berakibat dalam penerimaan sinyal televisi menjadi kurang bagus, maka pada setiap stasiun pemancar televisi perlu ditambahkan sistem penguat audio Hi-fi.



GAMBAR 2 - 1¹⁾
SISTEM PEMANCAR TELEVISI

1) Grob, Bernard, Basic Television and Video System, Mc. Graw Hill Book Co, 1964, hal 4.

Sinyal gambar yang dipancarkan menggunakan teknik modulasi amplitudo kemudian difilter pada sisi band bawah, hal ini digunakan agar dalam pemancaran sinyal televisi tidak mengalami banyak pemborosan dalam menggunakan lebar bidang. Sinyal komposit yang dipancarkan merupakan kombinasi modulasi amplitudo dan modulasi frekuensi. Hal ini dimaksudkan untuk meminimisasi efek interferensi antara kedua penerimaan sinyal tersebut. Karena pada penerima FM relatif tidak sensitif terhadap modulasi amplitudo sedangkan penerima modulasi amplitudo sedangkan penerima AM mempunyai kemampuan penolakan terhadap modulasi frekuensi. Blok diagram dari pemancar televisi ditunjukkan pada gambar 2 - 1.

II. 3. SINKRONISASI PEMANCAR DAN PENERIMA

Ketika sinyal gambar dideteksi penerima televisi, maka sinkronisasi pada pemancar dan penerima akan bekerja hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Bila kamera televisi memulai ulasan pada garis 1, maka penerimapun juga mengulas garis 1 pada tabung gambar CRT.
- b. Kecepatan ulasan masing-masing garis pada pemancar diduplikasi oleh proses pengulasan penerima untuk menghindari adanya distorsi pada penerima.

electron beam kembali pada sisi kiri untuk memulai garis baru.

- d. Jika garis-garis horisontal telah diulas semuanya, maka electron beam bergerak dari garis paling bawah menuju garis paling atas dan seterusnya (vertical fly-back atau retrace). Keadaan ini terjadi serentak antara pemancar dan penerima.

Dari sini diperlihatkan bahwa pengiriman sinyal gambar ternyata lebih kompleks dari pada pengiriman sinyal suara. Karena sinyal suara dapat dikirimkan secara terus-menerus tanpa adanya sinkronisasi. Jadi fungsi yang paling penting dari pemancar televisi disamping memancarkan sinyal gambar dan suara juga menghasilkan sinyal sinkronisasi. Ini berfungsi untuk menyinkronkan saat pengiriman dan penerimaan sinyal gambar.

Proses ulasan pada pemancar dan penerima diawali oleh electron beam dari sudut kiri atas ke samping kanan, kemudian dengan cepat kembali ke sisi kiri lagi. Selang waktu yang dipergunakan ini dinamakan horizontal retrace. Jika garis-garis horisontal sudah selesai diulas, maka electron beam bergerak dari sudut kiri bawah menuju sudut kanan atas dan hal inilah yang dinamakan vertical retrace interval. Yang dinamakan ulasan adalah suatu sistem yang mengubah informasi dalam bidang dan waktu menjadi suatu

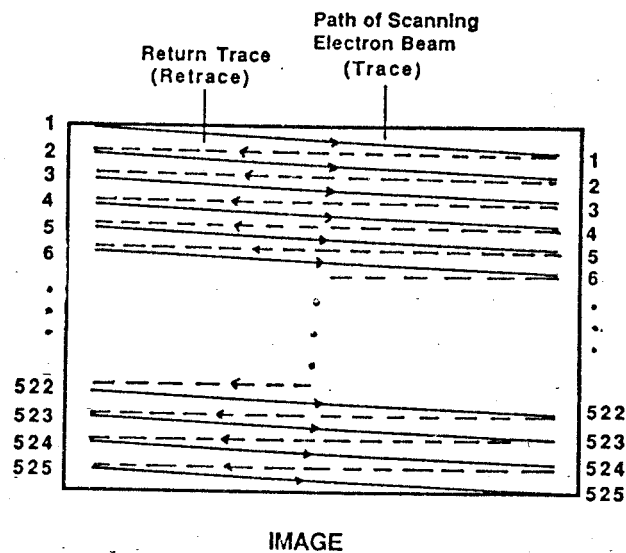
mengubah informasi dalam bidang dan waktu menjadi suatu variasi dalam waktu saja. Variasi pengulasan ada dua macam yaitu pengulasan progresip (progressive scanning) dan pengulasan terjalin (interlace scanning).

II. 3. 1. PENGULASAN PROGRESIP

Untuk mendapatkan kualitas gambar yang baik diperlukan minimum 45 gambar tiap detik yang ditampilkan pada layar televisi agar tidak terjadi Kerdip (flicker). Pada sistem NTSC, untuk menyalurkan 525 garis tiap gambar dengan tampilan gambar sebanyak 60 gambar tiap detik diperlukan $60 \times 525 = 31500$ garis. Bila tiap garis terdiri 450 perubah hitam putih, maka diperlukan lebar bidang $31500 \times 450 = 14$ MHz. Lebar bidang sinyal gambar yang ditransmisikan, tak mungkin tanpa distorsi dan disamping itu tidak effisien dalam penggunaan bandwidth, maka cenderung digunakan sistem pengulasan terjalin.

II. 3. 2. PENGULASAN TERJALIN

Sistem pengulasan terjalin pada gambar 2-3, bahwa tiap frame dibagi menjadi 2 field maka tiap field hanya mempunyai $0,5 \times 525 = 262,5$ garis. Field terdiri dari garis-garis ganjil dan garis-garis genap yang membentuk satu frame yang terdiri dari 525 garis. Demikian juga untuk frekuensi field 60 Hz menjadi frekuensi frame

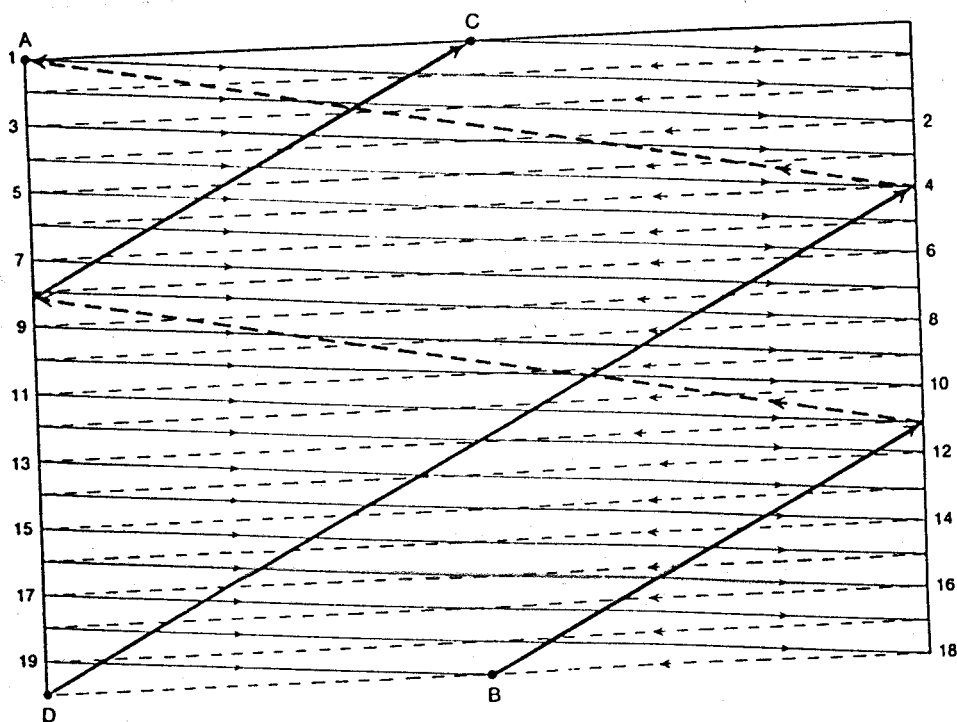
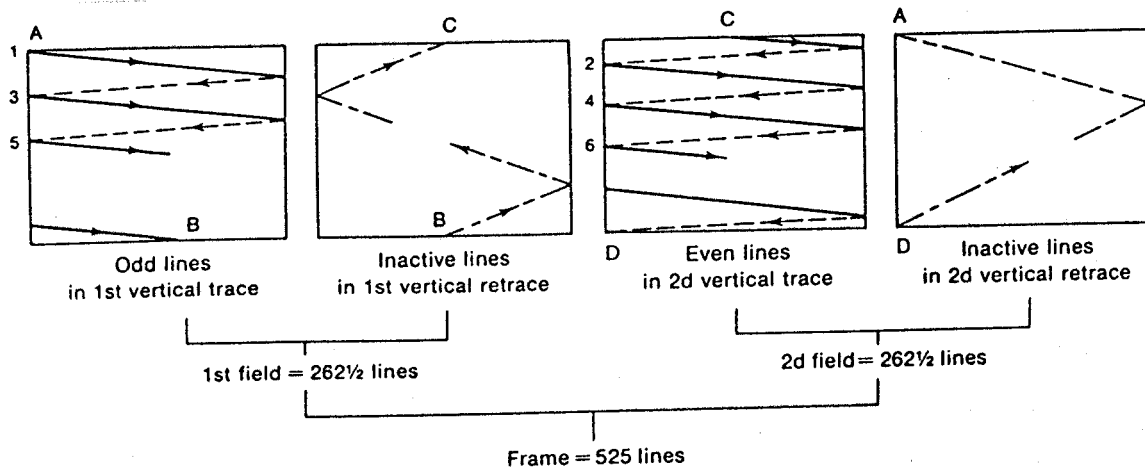


GAMBAR 2 - 2 ²⁾

PENGULASAN PROGRESIP

$0,5 \times 60 = 30$ Hz. Karena frekuensi frame 30 Hz sedangkan satu gambar terdiri dari 525 garis, maka tiap detik terdapat $30 \times 525 = 15750$ garis. Bila tiap garis terdiri 450 perubah hitam putih, maka lebar bidang yang diperlukan $450 \times 15750 = 7$ MHz.

²⁾ Ibid. hal. 125

GAMBAR 2 - 3 ³⁾

PENGULASAN TERJALIN

³⁾ Ibid. hal. 127

kecerahan warna putih dan kegelapan warna hitam yang tajam. Kontras ditentukan besar harga amplitudo sinyal video ac.

II. 4. 3. DETAIL

Kualitas detail yang biasa disebut dengan resolusi atau definisi tergantung pada jumlah elemen gambar yang dapat direproduksi. Dengan lebih banyak elemen-elemen gambar yang berukuran kecil, detail yang lebih baik dari gambar akan diperoleh. Oleh karena itu semakin banyak elemen gambar memungkinkan dihasilkan gambar dengan definisi yang tinggi. Sehingga citra gambar yang dihasilkan tampak jelas dan halus. Tinggi rendahnya definisi citra gambar ditentukan oleh jumlah ulasan garis dan juga akan berpengaruh pada bandwidth transmisi yang digunakan.

II. 4. 4. LEVEL WARNA

Banyaknya warna yang ditambahkan pada sinyal luminan tergantung pada amplitudo dari sinyal krominan 3,58 MHz. Level warna diatur oleh pengontrol penguatan atau pengontrol level sinyal krominan. Pada penerima televisi berwarna, kontrol ini mengatur intensitas warna citra gambar dari tidak berwarna, berwarna pucat hingga berwarna terang.

II. 4. 5. HUE

Hue merupakan ukuran perbedaan kepekaan warna merah, hijau dan biru. Pada televisi berwarna hue tergantung pada fase sudut sinyal krominan. Fase ini berhubungan dengan sinyal sinkronisasi warna yang diatur oleh hue control. Pengontrol diset hue dari warna-warna yang telah dikenal, misalnya biru langit, hijau rumput dan sebagainya. Dengan demikian hue untuk warna yang lain akan sesuai.

II. 4. 6. ASPECT RATIO

Aspect Ratio merupakan perbandingan ukuran lebar dan tinggi bingkai gambar/layar tampilan. Standar aspect ratio untuk sistem televisi konvensional adalah 4 : 3. Jika tabung gambar tidak dapat menghasilkan gambar yang sesuai dengan proporsi aspect ratio, gambar akan tampak lebih kurus atau lebih gemuk.

II. 4. 7. JARAK PANDANG (VIEWING DISTANCE)

Bila jarak antara pemirsa dengan layar sangat dekat maka gambar akan tampak lebih detail dan garis-garis ulasan dari gambar. Selain itu akan tampak pula butir-butir kecil (salju) yang merupakan noise dari sinyal video. Semakin dekat jarak pandang salju akan semakin tampak dan citra gambar akan terlihat kotor dan kasar.

Jarak pandang yang baik untuk televisi konvensional adalah antara enam hingga delapan kali tinggi layar.

II. 5. SINYAL VIDEO KOMPOSIT

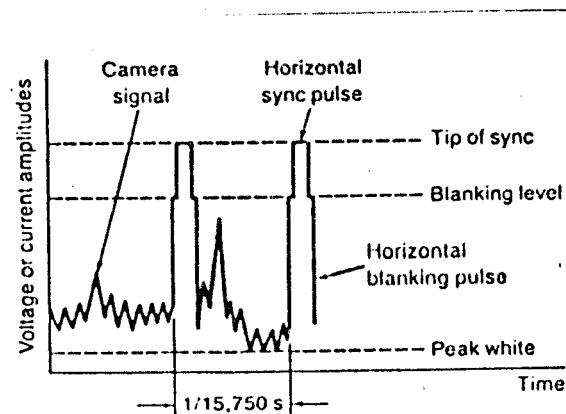
Sinyal video komposit terbentuk dari bermacam-macam sinyal yaitu :

- Sinyal video, yang berupa informasi gambar.
- Horizontal blanking dan sinkronisasi horisontal, yang berupa sinyal pulsa.
- Vertical blanking dan sinkronisasi vertikal .

Sinyal video komposit tersebut disinkronkan dengan saat terjadinya proses scanning pada tabung gambar.

Bentuk dari sinyal video komposit ditunjukkan pada gambar 2 - 4. Sinyal-sinyal komposit untuk baris horisontal, amplitudo sinyal ini berubah-ubah sesuai dengan grey level yang ada dalam gambar tersebut. Sinyalnya dimulai dari kiri pada saat $t = 0$, yang merupakan sinyal untuk level putih dan diulas pada sisi kiri dari gambar.

Proses pengulangan baris pertama berjalan dari kiri ke kanan layar, didapatkan sinyal dengan bermacam-macam amplitudodan memberikan informasi gambar satu baris, beam scanning ke sisi kanan dari gambar dan pulsa blanking

GAMBAR 2 - 4 ⁴⁾

BENTUK SINYAL VIDEO KOMPOSIT

disisipkan yang merupakan sinyal dengan level hitam dan beam kembali ke posisi kiri layar untuk melakukan pengulangan pada baris kedua.

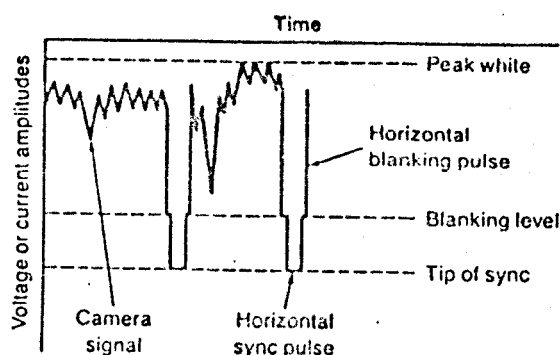
II. 6. POLARITAS SINKRONISASI SINYAL VIDEO KOMPOSIT

Sinyal video komposit mempunyai 2 jenis polaritas untuk sinkronisasi :

1. Polaritas sinkronisasi positif, dengan pulsa sinkronisasi di posisi atas, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2 - 4.
2. Polaritas sinkronisasi negatif, dengan pulsa

⁴⁾ Ibid hal. 141

sinkronisasi di posisi bawah, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2 - 5.



GAMBAR 2 - 5⁵⁾

SINYAL VIDEO DENGAN POLARITAS SINKRONISASI NEGATIF

Kedua gambar 2 - 4 dan 2 - 5 berisi informasi gambar yang sama. Sinyal video dengan polaritas sinkronisasi negatif dibutuhkan untuk mengontrol grid dari tabung gambar untuk mereproduksi gambar.

Blanking level dengan polaritas negatif menyatakan gambar dengan warna yang hitam. Sedangkan sinyal video dengan polaritas sinkronisasi positif diperlukan pada kathoda dari gambar.

Sinyal video dengan polaritas sinkronisasi negatif merupakan standar untuk televisi NTSC.

⁵⁾ Ibid. hal. 142

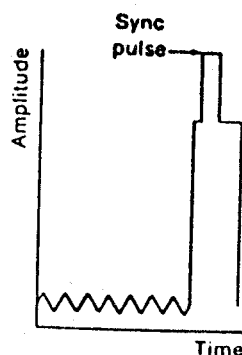
II. 7. SINYAL SINKRONISASI HORIZONTAL DAN VERTIKAL

Untuk mendapatkan informasi yang berupa gambar, mula-mula elemen gambar ditutup oleh electron beam dengan hasil konversi dari dari sinyal video, dimana electron beam harus meletakkan informasi gambar itu pada posisi yang benar, sehingga didapatkan reproduksi gambar yang baik. Untuk keperluan ini ditambahkan sinyal sinkronisasi pada sinyal video, yang berupa sinyal pulsa persegi.

Pulsa sinkronisasi ditransmisikan sebagai bagian dari sinyal video yang lengkap pada penerima. Pulsa horizontal sinkronisasi terjadi pada akhir setiap baris horizontal yaitu pada awal dari horizontal retrace atau akhir dari trace. Gambar 2 - 6 merupakan gambar dari pulsa sinkronisasi.

Sinkronisasi vertikal dimulai pada akhir dari setiap field atau saat mulainya vertikal retrace, tanpa sinkronisasi vertikal proses reproduksi gambar, gambar akan berjalan dari atas ke bawah atau sebaliknya, sedangkan tanpa sinkronisasi horizontal, maka gambar akan berjalan dari kiri ke kanan atau sebaliknya.

Frekuensi dari pulsa sinkronisasi horizontal mempunyai nilai yang sama dengan frekuensi baris dari pengulangan horizontal yaitu 15.750 Hz dan besarnya

GAMBAR 2 - 6 ⁶⁾

PULSA SINKRONISASI HORIZONTAL

frekuensi pulsa sinkronisasi vertikal sama dengan frekuensi field scanning yaitu 60 Hz. Pulsa sinkronisasi merupakan bagian dari sinyal video komposit yang terjadinya pada saat periode pengosongan (blanking), dimana tidak ada informasi gambar yang ditransmisikan.

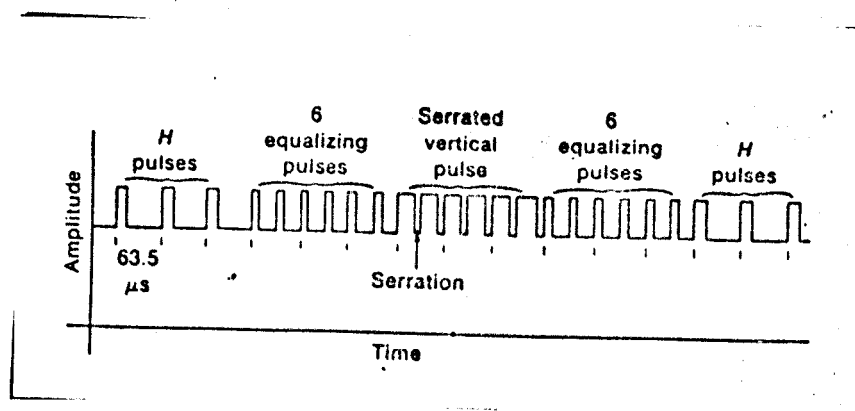
Pulsa sinkronisasi merupakan awal dari periode horizontal retrace maupun vertical retrace. Pulsa sinkronisasi ditunjukkan pada gambar 2 - 7.

Pada gambar terlihat bahwa semua pulsa mempunyai amplitudo yang sama, tetapi berbeda dalam lebar pulsa atau

⁶⁾ Ibid. hal. 141

bentuk gelombangnya. Pulsa sinkronisasi yang terlihat dari kiri ke kanan terdiri atas :

- Tiga pulsa horizontal.
- Enam pulsa ekualisasi.
- pulsa vertikal.
- Enam pulsa sinkronisasi tambahan.
- Tiga pulsa horizontal.



GAMBAR 2 - 7 ⁷⁾

PULSA SINKRONISASI

Pulsa sinkronisasi di atas dimulai dengan pulsa horizontal yang diikuti oleh pulsa ekualisasi, dan setiap pulsa sinkronisasi yang merupakan sinkronisasi dari setiap

⁷⁾ Ibid. hal. 134

field terdapat pulsa sinkronisasi vertikal. Setiap pulsa sinkronisasi vertikal mempunyai periode yang lebih lebar dari pulsa horizontal, hal ini yang membedakan antara pulsa sinkronisasi vertikal dan pulsa horizontal pada periode pulsa sinkronisasi.

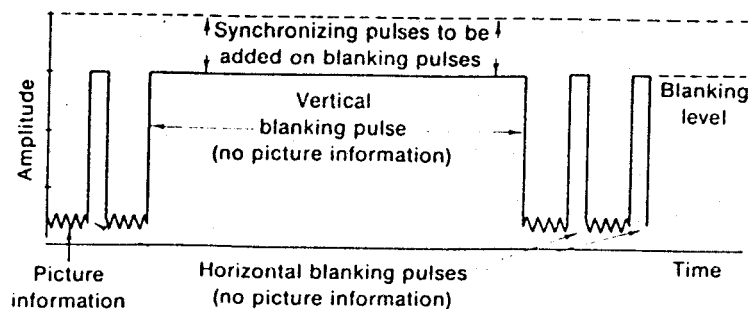
Pulsa ekualisasi yang terletak antara pulsa pulsa horizontal dan pulsa vertikal digunakan untuk memberikan waktu yang tepat dan konstan pada saat terjadinya pengulangan, sehingga didapatkan pengulangan bersisipan yang baik, juga digunakan sebagai petunjuk pada pulsa sinkronisasi vertikal saat terjadinya even field atau odd field.

Sinyal sinkronisasi ini digunakan meng-enable reproduksi kembali informasi gambar pada raster agar terletak pada posisi yang tepat. Sinyal ini mempunyai frekuensi pengulangan sebesar $2 \times 15.750 \text{ Hz} = 31.500 \text{ Hz}$.

II. 8. SINYAL PENGOSONGAN (BLANKING)

Sinyal video komposit berisi pulsa pengosongan untuk mengubah amplitudo sinyal menjadi tingkat warna yang hitam saat terjadinya baris retrace pada proses pengulangan, dan pada saat ini tidak ada informasi gambar yang ditampilkan. Gambar 2 - 8 menunjukkan terjadinya blanking.

Pada gambar terdapat pulsa pengosongan vertikal dan horizontal dalam sinyal video komposit. Pulsa pengosongan horizontal mengubah amplitudo sinyal video menjadi tingkat warna hitam saat periode retrace yang terjadi dari sisi kanan menuju kiri dalam setiap pengulangan baris horizontal. Frekuensi kecepatan pengulangan dari pulsa pengosongan vertikal adalah sama dengan frekuensi pengulangan horizontal yaitu 15.750 Hz. Pulsa pengosongan vertikal juga mengubah amplitudo sinyal video menjadi tingkat warna hitam dari garis pengulangan pada saat electron beam bergerak dari bawah ke atas dalam setiap field, dan frekuensi pulsa ini adalah 60 Hz untuk setiap field.



GAMBAR 2 - 8 ⁸⁾
SINYAL PENGOSONGAN

⁸⁾ Ibid. hal. 142

Sinyal video komposit standar yang digunakan mempunyai sinkronisasi dengan polaritas negatif dengan skala IRE (Institute of Radio Engineering), yaitu :

- 100 IRE unit di atas titik horisontal 0.
- 40 IRE unit di bawah titik horisontal 0.

Sehingga amplitudo dari puncak ke puncak sinyal video komposit sama dengan 140 IRE unit. ⁹⁾

Dari 140 IRE unit sinyal video komposit tersebut terbagi lagi menjadi 2 bagian, yaitu :

- 40 IRE unit atau 29 % merupakan pulsa sinkronisasi yang terletak di bawah titik horisontal 0.
- 7,5 IRE unit atau 5 % merupakan tingkat warna hitam.
- 92,5 IRE unit atau 66 % sisanya merupakan sinyal video.

II. 9. SINYAL VIDEO TELEVISI BERWARNA

Untuk dapat memenuhi syarat kompatibilitas maka pada sistem televisi berwarna harus dapat dipancarkan sinyal luminan yang mengatur terangnya citra gambar (sama sifatnya dengan sinyal video televisi hitam-putih) dan sinyal krominan yang mengatur tingkat warna serta kroma yang dibentuk dari tiga warna primer merah, hijau dan biru (R, G, B).

⁹⁾ Ibid. hal. 143

Dengan cara tersebut, bila siaran program TV berwarna diterima dengan penerima hitam-putih hanya sinyal luminannya yang berguna, sedangkan bila diterima oleh penerima televisi berwarna sinyal luminan dan krominan keduanya digunakan.

II. 9. 1. SINYAL LUMINAN (Y)

Sinyal luminan terdiri dari variasi brightness dari informasi gambar. sinyal luminan dibentuk dari pencampuran tiga sinyal video primer merah (R), hijau (G) dan biru (B) dalam proporsi :

$$Y = 0,30 R + 0,59 G + 0,11 B \dots\dots\dots (2-1)$$

Sinyal Y mempunyai amplitudo maksimum relatif sebesar 1 atau 100 persen, yaitu untuk warna putih terang. Saat kamera mengambil obyek berwarna putih terang, bila harga amplitudo maksimum masing-masing warna R, G, B adalah 1 volt maka harga amplitudo relatif warna putih terang adalah :

$$Y = 0,30 + 0,59 + 0,11 = 1,00$$

Bila obyek warna merah yang diambil maka harga R = 1 Volt, G = B = 0 Volt. Sehingga harga amplitudo sinyal luminan untuk warna merah adalah :

$$Y = 0,30 + 0 + 0 = 0,30$$

Sinyal luminan ditransmisikan dengan bandwidth sebesar 0 sampai 4 MHz seperti halnya pada sistem

televisi hitam-putih, tetapi respon cut-off frekuensi video pada penerima umumnya dibatasi kira-kira 3,2 MHz untuk sinyal luminan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi interferensi dengan sinyal luminan.

II. 9. 2. SINYAL PERBEDAAN WARNA R-Y DAN B-Y

Pada sinyal video komposit, terdapat sinyal lain kecuali sinyal luminan yang memberi informasi tingkat warna dan kroma, yakni sinyal perbedaan warna yang disimbolkan dengan R-Y, B-Y dan G-Y.

Sinyal ini dibentuk pula dari warna primer, yaitu dengan mencampurnya dengan sinyal luminan pada rangkaian matriks dengan proporsi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} - R-Y &= 1,00 R - (0,30 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= 0,70 R - 0,59 G - 0,11 B \dots\dots\dots (2-2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - B-Y &= 1,00 B - (0,30 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= - 0,30 R - 0,59 G + 0,11 B \dots\dots\dots (2-3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - G-Y &= 1,00 G - (0,30 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= - 0,30 R + 0,41 G - 0,11 B \dots\dots\dots (2-4) \end{aligned}$$

Dalam prakteknya sinyal sinyal G-Y dibentuk dari kombinasi sinyal R-Y dan B-Y. Sehingga sinyal G-Y dinyatakan dalam bentuk :

$$G-Y = - 0,51 (R-Y) - 0,19 (B-Y) \dots\dots (2-5)$$

II. 9. 3. SINYAL PERBEDAAN WARNA I DAN Q

Sinyal I dan Q dihasilkan pada rangkaian matriks pemancar dari kombinasi warna-warna primer R, G dan B dengan proporsi sebagai berikut :

$$I = 0,60 R - 0,28 G - 0,32 B \dots\dots\dots (2-6)$$

$$Q = 0,21 R - 0,52 G - 0,31 B \dots\dots\dots (2-7)$$

Sinyal I dan Q dapat juga dinyatakan dengan sinyal perbedaan warna B-Y dan R-Y, yakni :

$$I = - 0,27 (B-Y) + 0,74 (R-Y) \dots\dots\dots (2-8)$$

$$Q = 0,41 (B-Y) + 0,48 (R-Y) \dots\dots\dots (2-8)$$

Sinyal I dan Q dapat berpolaritas positif dan negatif. Polaritas +Q menghasilkan warna ungu, polaritas -Q menghasilkan warna kuning-hijau, polaritas +I menghasilkan warna oranye dan polaritas -I menghasilkan warna biru muda (cyan). Bila amplitudo I dan Q nol maka warna yang dihasilkan adalah putih, yang berarti tidak ada informasi krominan.

II. 9. 4. SINYAL KROMINAN (C)

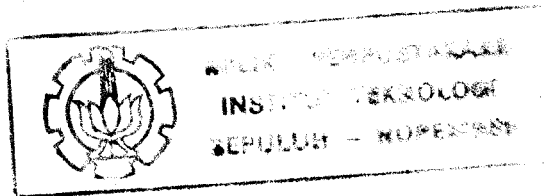
Agar sinyal perbedaan warna dapat dipancarkan, maka diperlukan dua gelombang sub. pembawa. Dalam standar NTSC digunakan dua sinyal sub pembawa 3,58 MHz dengan perbedaan fase 90°. Kedua sinyal sub pembawa masing-masing dimodulasi secara seimbang oleh sinyal

perbedaan warna dan dicampurkan. Hasilnya disebut dengan sinyal krominan (C). Pada sinyal sub pembawa warna termodulasi (sinyal krominan) sudah tidak terdapat lagi komponen gelombang pembawa. Pencampuran sinyal krominan dengan sinyal luminan digunakan metode penyisipan frekuensi (frequency interleaving).

II. 9. 5. MODULASI KROMINAN

Signal I dan Q ditransmisikan sebagai modulasi sideband dari signal sub pembawa warna 3,58 MHz, yang juga memodulasi signal pembawa gambar. Sebagai gambaran, jika signal pembawa gambar pada frekuensi 67,25 MHz untuk kanal 4 dimodulasi oleh signal sub pembawa gambar 3,58 MHz. Maka dalam kanal transmisi dengan jangkauan frekuensi 66 - 72 MHz, harga signal krominan adalah $67,25 + 3,58 = 70,83$ MHz yang merupakan side frekuensi dari signal pembawa gambar termodulasi.

Harga 3,58 MHz dipilih sebagai frekuensi tinggi gambar untuk memisahkan signal krominan dari frekuensi gambar yang lebih rendah. Frekuensi tinggi ini juga memperkecil interferensi kroma dalam signal luminan. Di lain pihak, frekuensi signal C tidak boleh terlalu dekat dengan 4,5 MHz, guna mencegah interferensi dengan signal suara. Signal sub pembawa warna mempunyai frekuensi sebesar 3,58 MHz untuk semua stasiun pemancar.



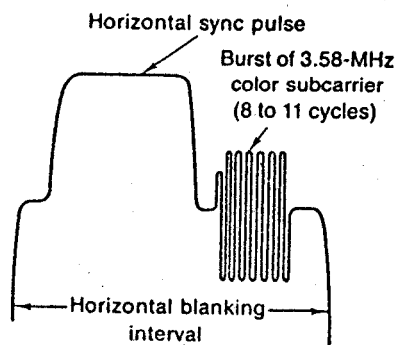
II. 9. 6. PENEKANAN SIGNAL SUB PEMBAWA WARNA

Transmisi yang hanya menggunakan modulasi sideband, tanpa mentransmisikan signal pembawanya disebut transmisi suppressed carrier. Tujuan penekanan signal sub pembawa warna ini adalah untuk mengurangi interferensi pada signal 3,58 MHz, yang dapat menghasilkan bintik-bintik pada layar tampilan.

II. 10. BURS WARNA

Sinyal krominan yang dipancarkan tidak mengandung komponen gelombang pembawa, tetapi hanya berupa side-band saja. Oleh karena itu pada penerima harus dibangkitkan kembali gelombang sub pembawa guna mendemodulasi sinyal krominan. Agar pada penerima dapat dibangkitkan gelombang sub pembawa dengan frekuensi dan fase yang persis sama dengan pada pemancar, maka sebagian dari komponen gelombang sub pembawa disisipkan pada serambi belakang sinyal sinkronisasi horisontal dan disebut dengan burs warna.

Burs warna terdiri dari 8 hingga 11 cycle gelombang sub pembawa 3,58 MHz. Harga amplitudo peak to peak dari burs adalah sama dengan amplitudo pulsa sinkronisasi. Harga rata-rata dari burs bersesuaian dengan blanking level. Fase burs warna adalah 180° terhadap fase sinyal B-Y. Sinyal B-Y pada posisi 0° sedang fase burs warna 180° .

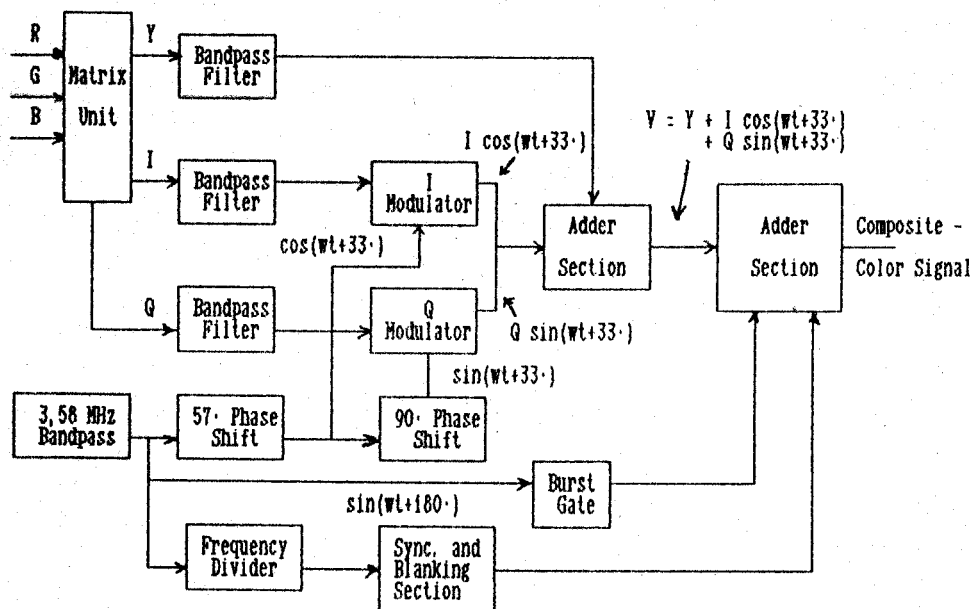
GAMBAR 2 - 9 ¹⁰⁾

SINYAL BURS WARNA

II. 11. PROSES ENCODING DAN DECODING INFORMASI WARNA

Sinyal video R, G, B sebagai hasil scanning dan filtering dari kamera dikombinasikan pada suatu encoder untuk di-encode menjadi sinyal luminan dan sinyal krominan yang selanjutnya dengan penambahan sinyal sinkronisasi ditransmisikan menuju penerima. Rangkaian matriks mengkombinasikan sinyal R, G, B dalam proporsi tertentu untuk membentuk tiga macam sinyal video untuk dipancarkan. Satu sinyal berisi informasi brightness (sinyal Y) dan dua sinyal lainnya berisi informasi warna. Dua sinyal ini dapat berupa pasangan sinyal I dan Q atau pasangan sinyal R-Y dan B-Y.

¹⁰⁾ Ibid. hal. 182



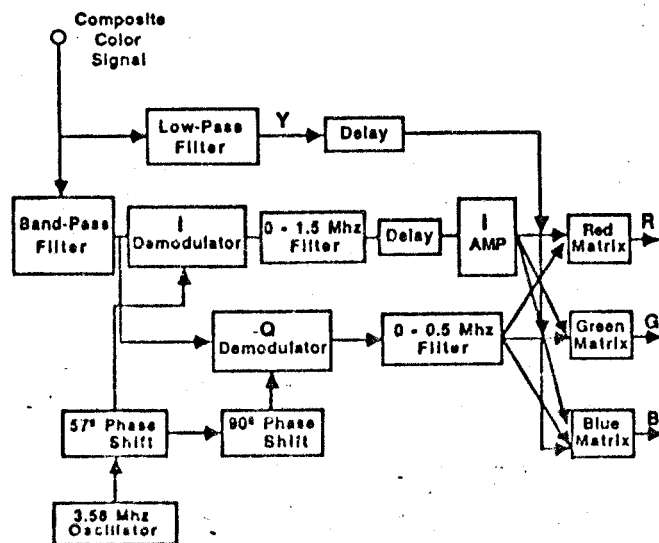
GAMBAR 2 - 10 11)

DIAGRAM BLOK ENCODER SISTEM NTSC

Diagram blok encoder yang menggunakan pasangan sinyal I dan Q ditunjukkan pada gambar 2 - 10. Sinyal I dan Q masing-masing memodulasi sinyal sub pembawa warna dengan perbedaan fase sebesar 90° pada modulator I dan Q. Output dari kedua modulator ini dicampurkan membentuk sinyal krominan (C). Sinyal C dan Y selanjutnya dicampur dengan sinyal sinkronisasi warna pada color bagian adder dan hasilnya berupa sinyal video komposit yang siap untuk ditransmisikan.

11) Gaggioni, H.P., The Evolution of Video Technologies, IEEE Communication Magazine, Vol. 25, No. 11, November 1987, hal. 2094

Sinyal RF yang datang pada penerima dipilah dan dikuatkan oleh tahap RF dan IF. Kemudian sinyal gambar AM dideteksi oleh video detector. Output video detector berupa sinyal video komposit. Pemisahan sinyal video komposit menjadi sinyal Y dan C dilakukan oleh low-pass filter dan bandpass filter. Output low-pass filter berupa sinyal Y dan output bandpass filter berupa sinyal C.



GAMBAR 2 - 11 ¹²⁾

DIAGRAM BLOK DECODER SISTEM NTSC

Pada gambar 2 - 11 ditunjukkan diagram blok dasar suatu decoder dengan teknik pemisahan sinyal C menjadi sinyal I dan Q. Sinyal C didemodulasi oleh demodulator I

¹²⁾ Ibid. hal. 2094

dan Q masing-masing dengan perbedaan fase 90° untuk menghasilkan kembali sinyal I dan Q. Dengan rangkaian matriks R,G,B sinyal Y,I dan Q dijumlahkan sehingga diperoleh kembali sinyal video primer R,G,B. Sinyal ini selanjutnya dipakai oleh tiga gun tricolor picture tube untuk membentuk gambar pada layar.

II. 12. SUDUT - SUDUT FASE HUE

Pada gambar 2 - 12 ditunjukkan fase hue dari signal C termodulasi yang ditentukan berdasarkan perubahan sudut fasenya. Hue dari color sync burst sesuai dengan warna hijau - kuning (yellow - green). Saat informasi gambar dari hue ini diulas pada pemancar, sudut fase sinyal krominan dibuat sama dengan fase color sync burst. Untuk hue-hue lainnya, sinyal C mempunyai perbedaan sudut fase. Besar perbedaan sudut fase dari fase color sync burst menentukan perbedaan warna hue dari warna kuning-hijau.

Pada gambar 2 - 12 b sudut fase sinyal C menunjukkan hue warna ungu - merah, antara sudut warna fase biru dan merah. Standar pengukuran untuk sudut-sudut tersebut dihitung dari titik nol dan berharga positif untuk arah yang berlawanan dengan jarum jam. B - Y pada titik 0 derajat, dan color sync burst pada 180 derajat.

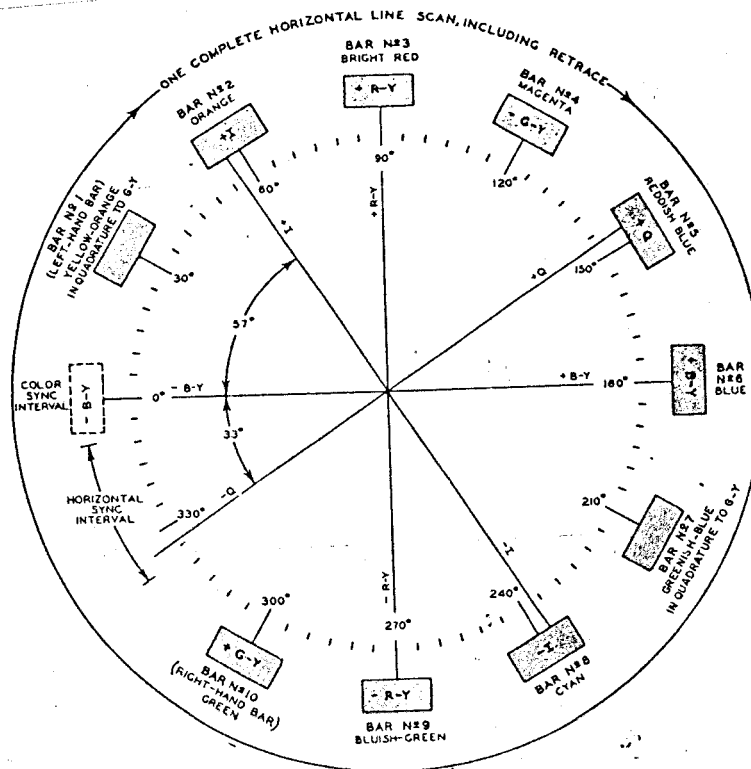
besarnya sudut yang dibentuk terhadap sumbu vertikal dan horizontal. Metode ini menunjukkan perbedaan angular antara sumbu-sumbu warna yang berbeda.

II. 13. STANDAR TRANSMISI

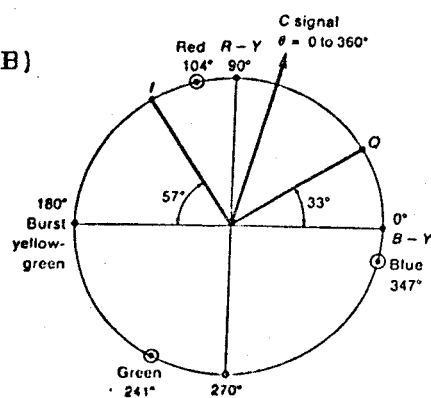
Standar transmisi untuk sistem NTSC yang ditetapkan oleh FCC dapat diuraikan secara ringkas sebagai berikut :

1. Jika dilihat dari posisi kamera , proses pengulasan baris horisontal dengan laju pengulasan uniform dilakukan dari kiri ke kanan secara kontinyu dari atas ke bawah hingga terbentuk satu gambar.
2. Jumlah garis pengulasan adalah 525 per frame.
3. Laju pengulangan frame adalah 30 Hz, atau tepatnya 29,97 Hz.
4. Sinyal sub pembawa warna mempunyai frekuensi 3,58 MHz, atau tepatnya 3,579545 MHz.
5. Aspect ratio dari frame adalah 4 : 3.
6. Lebar kanal untuk transmisi sinyal televisi broadcast adalah 6 MHz pada kanal VHF dan UHF.
7. Sinyal pembawa gambar dimodulasi amplitudo oleh sinyal gambar dan sinyal sinkronisasi.
8. Sinyal suara ditransmisikan sebagai sinyal FM dengan deviasi frekuensi ± 25 kHz untuk modulasi 100 %. Frekuensi sinyal pembawa suara adalah 4,5 MHz di atas frekuensi pembawa gambar dan termasuk dalam kanal transmisi 6 MHz.

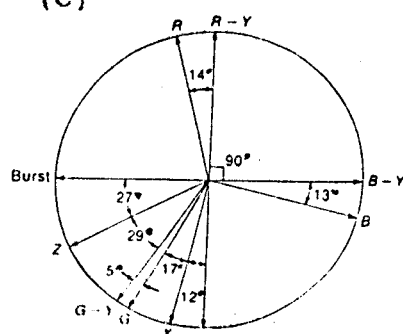
(A)



(B)



(C)



GAMBAR 2 - 12 13)

- A. VEKTOR WARNA SINYAL KROMINAN
 B. SUDUT FASE I DAN Q DIBANDINGKAN DENGAN HUE LAINNYA
 C. SUMBU WARNA UNTUK DEMODULASI PADA PENERIMA

TABEL 2 - 1 ¹⁴⁾

ALOKASI KANAL TELEVISI STANDAR FCC

CHANNEL NUMBER	FREQUENCY BAND, MHz	CHANNEL NUMBER	FREQUENCY BAND, MHz
1*	—	42	638-644
2	54-60	43	644-650
3	60-66	44	650-656
4	66-72	45	656-662
5	76-82	46	662-668
6	82-88	47	668-674
7	174-180	48	674-680
8	180-186	49	680-686
9	186-192	50	686-692
10	192-198	51	692-698
11	198-204	52	698-704
12	204-210	53	704-710
13	210-216	54	710-716
14	470-476	55	716-722
15	476-482	56	722-728
16	482-488	57	728-734
17	488-494	58	734-740
18	494-500	59	740-746
19	500-506	60	746-752
20	506-512	61	752-758
21	512-518	62	758-764
22	518-524	63	764-770
23	524-530	64	770-776
24	530-536	65	776-782
25	536-542	66	782-788
26	542-548	67	788-794
27	548-554	68	794-800
28	554-560	69	800-806
29	560-566	70†	806-812
30	566-572	71	812-818
31	572-578	72	818-824
32	578-584	73	824-830
33	584-590	74	830-836
34	590-596	75	836-842
35	596-602	76	842-848
36	602-608	77	848-854
37†	608-614	78	854-860
38	614-620	79	860-866
39	620-626	80	866-872
40	626-632	81	872-878
41	632-638	82	878-884
		83	884-890

¹⁴⁾ Grob, Bernard, Op. Cit. hal. 265

II. 14. KEKURANGAN - KEKURANGAN PADA KUALITAS PENAMPILAN KERJA SISTEM TELEVISI KONVENSIONAL

Ada sejumlah gangguan yang tampak pada citra gambar yang ditampilkan pada layar tampilan yang mengurangi kualitas penampilan kerja sistem televisi konvensional. Gangguan-gangguan tersebut timbul sebagai pengaruh sistem ulasan yang digunakan, teknik pemisahan sinyal luminan dan krominan, keterbatasan bandwidth filter-filter yang digunakan, penurunan S/N sinyal video, serta akibat interferensi sinyal luminan dan krominan. Pada sistem televisi konvensional, teknik pemisahan sinyal krominan dari sinyal luminan dengan low-pass dan bandpass filter mengakibatkan timbulnya efek-efek berupa :

- Kilauan-kilauan warna silang yang tampak pada layar tampilan (cross- color). Ini timbul sebagai akibat percampuran brightness frekuensi tinggi dengan informasi warna.
- Kilauan bintik-bintik kecil bergerak lambat di sepanjang layar tampilan (dot-crawl). Ini timbul sebagai akibat interferensi antara sinyal luminan dan sinyal krominan.
- Titik-titik kecil yang bergantung pada garis-garis horisontal (hanging crawl).

Efek-efek tersebut sangat tampak pada gambar dengan detail tinggi dan pada jarak pandang yang dekat. Pemakaian nocht filter untuk memisahkan sinyal luminan dan krominan dapat sedikit mengurangi efek-efek tersebut.

BAB III

TEKNOLOGI ADVANCED TELEVISION (ATV)

III. 1. UMUM

Dengan adanya kekurangan-kekurangan pada kualitas penampilan sistem televisi konvensional, maka telah diupayakan penyempurnaan-penyempurnaan guna mendapatkan sistem televisi dengan kualitas penampilan yang lebih baik. Hasilnya adalah dikembangkannya teknologi televisi tingkat lanjut atau Advanced Television (ATV).

Hingga saat ini telah ada tiga tingkatan teknologi televisi tingkat lanjut, yaitu :

1. Sistem Improved Definition Television (IDTV).
2. Sistem Extended Definition Television (EDTV).
3. Sistem High Definition Television (HDTV).

III. 2. SISTEM IDTV

Sistem ini merupakan tingkatan pertama dari televisi tingkat lanjut. Perbaikan kualitas gambar diperoleh hanya dengan penyempurnaan-penyempurnaan pada bagian penerima. Sedangkan sinyal yang digunakan tetap dari pemancar televisi konvensional. Aspect ratio gambar tampilan sistem ini adalah 4 : 3.

Perbaikan kualitas gambar diperoleh terutama lewat teknik pengulasan progresip dan teknik pemrosesan gambar lainnya pada unit penerima guna menekan noise dan gangguan-gangguan gambar lainnya.

Sinyal yang diterima dari pemancar adalah sinyal televisi konvensional (525 garis interlaced scanning untuk sistem NTSC). Sinyal ini akan diulas secara progresip oleh penerima IDTV, yang berarti penerima IDTV menjejaki garis-garis ulasan dua kali laju normal. Meski jumlah garis ulasan tetap, tetapi karena proses pengulasan progresip ini, kerapatan informasi gambar akan bertambah. Hal ini memberi kesan pada mata sebagai suatu peningkatan jumlah resolusi vertikal sampai 450 garis. Dampaknya adalah gambar akan terlihat lebih halus, struktur garis pengulasan horisontal penyusun gambar lenyap dan flikcer menjadi berkurang.

Penerapan filter-filter sisir medan (comb filter) untuk pemisahan sinyal luminan dan krominan, dan motion adaptive noise reduction dapat menekan noise dan gangguan-gangguan gambar seperti yang timbul pada televisi konvensional.

III. 3. SISTEM EDTV

Sistem EDTV merupakan sistem yang setingkat di atas IDTV. Perbaikan kualitas gambar pada sistem ini dilakukan

pada bagian penerima maupun pada bagian pemancar. Sinyal yang dipancarkan oleh pemancar EDTV bukan lagi sinyal standar televisi konvensional. Aspect ratio sistem ini pada mulanya adalah 4 : 3, tetapi dalam perkembangannya beberapa versi sistem ini memakai aspect ratio 5 : 3. Sebagai identifikasi, sistem yang memakai dengan aspect ratio 4 : 3 disebut dengan EDTV, sedangkan sistem yang memakai aspect ratio 5 : 3 disebut dengan EDTV-Wide.

Sumber sinyal EDTV dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu sinyal video dengan jumlah garis pengulasan sama dengan televisi konvensional tetapi dengan pengulasan progresip atau sinyal video dengan jumlah garis pengulasan dua kali televisi konvensional yang diulas bersisipan.

Meski ada perubahan pada struktur sinyalnya, namun EDTV tetap kompatibel dengan televisi konvensional. Penerima televisi konvensional akan menampilkan gambar yang normal bila menerima sinyal EDTV.

Sinyal EDTV ditransmisikan dengan lebar bidang transmisi sebesar 6 MHz sesuai standar televisi konvensional. Hal ini dapat dicapai dengan penerapan teknik-teknik pengolahan sinyal baik pada pemancar maupun penerima.

Berbeda dengan sistem IDTV yang hanya memperbaiki

resolusi vertikal gambar. Dengan penambahan garis pengulasan, maka pada sistem EDTV menampilkan gambar dengan perbaikan resolusi vertikal dan horisontal.

Seperti halnya pada IDTV, dengan penerapan filter-filter digital dan perangkat pereduksi noise, maka gangguan-gangguan gambar yang tidak diinginkan dapat dihilangkan.

III. 4. SISTEM HDTV

Sistem ini merupakan tingkatan paling atas dari teknologi televisi tingkat lanjut. Perbaikan kualitas gambar dilakukan baik pada unit penerima maupun pada unit pemancar.

Sumber sinyal HDTV berupa sinyal video dengan jumlah garis pengulasan dua kali televisi konvensional atau lebih yang diulas secara bersisipan (interlaced scan). sistem ini menyajikan gambar dengan aspect ratio yang lebih lebar (5 : 3 atau 16 : 9). Resolusi vertikal dan horisontal gambar yang disajikan kira-kira dua kali resolusi televisi konvensional.

Selain perbaikan pada resolusi gambar dan aspect ratio, pada HDTV juga terjadi perbaikan dari kualitas warna gambar dan perbaikan seni sinematografi lainnya. Sehingga tampilan gambar HDTV benar-benar mendekati gambar

hidup. Dengan layar tampilan berukuran lebar dan tambahan perangkat audio stereo digital multi saluran, sistem HDTV dipromosikan sebagai sistem televisi yang mampu menyajikan gambar seindah layar bioskop dengan film 35 mm dan suara yang secemerlang compact disc.

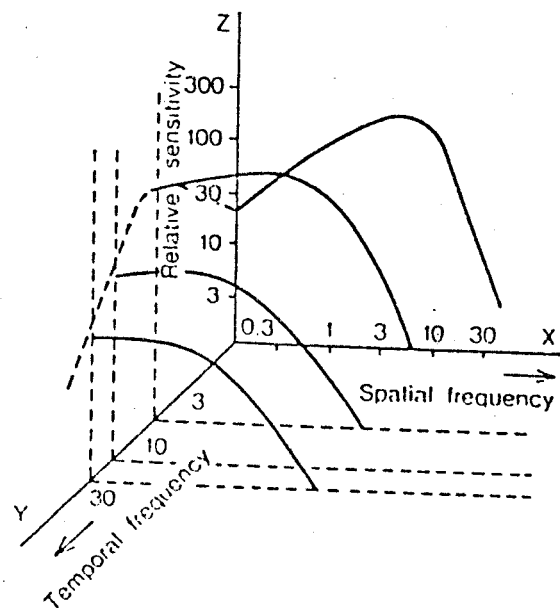
III. 5. SISTEM HDTV DITINJAU DARI SISTEM VISUAL MANUSIA

Karakteristik frekuensi sistem visual manusia saat memandang televisi adalah sama dengan karakteristik sebuah low pass filter, seperti ditunjukkan pada gambar 3-1. Dengan karakteristik seperti ini, maka mata manusia tidak dapat mendeteksi detail gambar yang sangat halus dan tidak dapat merasakan kerdipan dengan kecepatan yang tinggi.

Beberapa parameter standar dari sistem televisi, seperti jumlah garis pengulasan, jumlah gambar per detik, dan bandwidth sinyal, dapat dihitung dari karakteristik sistem visual manusia ini, jika kondisi pandangan telah ditentukan.

III. 6. PARAMETER UMUM KUALITAS GAMBAR HDTV

Idealnya layar televisi berperan seperti sebuah jendela yang benar-benar tembus pandang, menghasilkan gambar atau programa siar tanpa distorsi. Seperti halnya pada layar bioskop, gambar itu harus tampak realistis



GAMBAR 3 - 1 16)

KARAKTERISTIK SISTEM VISUAL MANUSIA

sehingga para pemirsa seolah-olah melihat gambar nyata dan lupa bahwa yang dilihat hanyalah sebuah citra gambar buatan.

Dalam sistem HDTV gangguan-gangguan seperti yang ada pada sistem televisi konvensional diperkecil bahkan dihilangkan sama sekali. Perubahan-perubahan pada parameter gambar, sistem ulasan dan sistem pengolahan sinyal video juga dilakukan untuk memperoleh citra gambar

15) T. Fujio, High Definition Television System, Proceedings of the IEEE, Vol. 73, No. 4, April 1984, hal. 167.

yang ideal. Jadi diperlukan standar yang baru untuk sistem HDTV. Parameter- parameter kualitas gambar HDTV di sini mengacu pada hasil-hasil penelitian NHK Jepang, karena jepanglah yang pertama kali mengembangkan sistem HDTV.

III. 6. 1. SUDUT PANDANG

Sudut pandang yang dibentuk antara pemirsa dengan layar tampilan televisi berpengaruh terhadap kenyamanan pandangan dan kesan nyata yang ditimbulkan oleh citra gambar. Dengan sudut pandang antara 20° dan 30° sudah mulai dihasilkan efek psikologis pada pemirsa. sudut pandang yang sesuai untuk HDTV adalah $\pm 30^\circ$.

III. 6. 2. JARAK PANDANG

Jarak pandang antara pemirsa dan layar tampilan dipertimbangkan atas dasar kehalusan gerakan gambar yang dan kejelasan gambar yang dihasilkan, serta efek psikologis yang ditimbulkan.

Sistem visual manusia tidak dapat mengikuti gerakan suatu obyek yang terlalu cepat. Jika mata melihat gerakan gambar yang sangat cepat dan pada jarak pandang yang dekat, maka mata akan terasa lelah dan jenuh.

Jarak minimum yang sesuai untuk melihat gerakan gambar yang cepat tanpa menimbulkan rasa lelah adalah empat kali ukuran tinggi gambar (4H). Dan gambar dengan

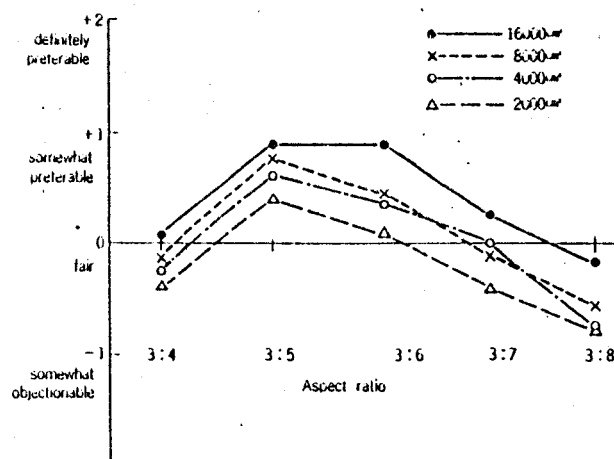
gerakan yang lebih lambat dapat dilihat tanpa menimbulkan rasa jenuh dengan jarak pandang yang lebih dekat. Jarak pandang yang sesuai untuk HDTV adalah tiga kali tinggi layar (3H).

III. 6. 3. ASPECT RATIO

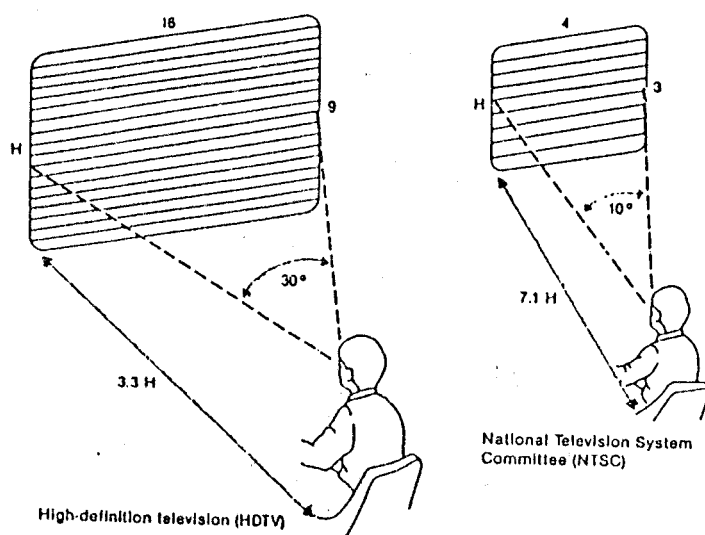
Efek psikologis pada sistem visual manusia dalam melihat gambar televisi, seperti timbulnya kesan nyata dari gambar, berhubungan erat dengan aspect ratio gambar yang ditampilkan oleh penerima televisi.

Sistem HDTV menggunakan aspect ratio 5:3 atau 16:9. Dengan aspect ratio sebesar 5:3 atau lebih citra gambar yang dihasilkan akan kelihatan lebih menarik dan memberikan kesan asli dibandingkan dengan aspect ratio 4:3 seperti yang dipakai pada televisi konvensional.

Tes-tes subyektif telah dilakukan oleh NHK Jepang untuk menentukan aspect ratio yang sesuai untuk sistem HDTV. Dan hasilnya diperoleh bahwa aspect ratio minimum yang sesuai untuk sistem HDTV adalah 5:3. Hasil tes subyektif tentang aspect ratio untuk HDTV ditunjukkan pada gambar 3-2.

GAMBAR 3 - 2 ¹⁶

HASIL TES SUBYEKTIF ASPECT RATIO

GAMBAR 3 - 3 ¹⁷⁾

SUDUT PANDANG, JARAK PANDANG DAN ASPECT RATIO

¹⁶⁾ K. Hayashi, Research and Development on HDTV in Japan, SMPTE Journal, March 1981, hal. 179.

¹⁷⁾ L. E. Tannas Jr, HDTV Display in Japan: Projection-CRT System on Top, IEEE Spectrum, Oct 1989, hal. 132.

III. 6. 4. UKURAN GAMBAR

Sajian citra gambar pada layar bioskop akan kehilangan keindahannya dan menimbulkan rasa segan bila diubah pada layar tampilan televisi yang berukuran kecil. Untuk dapat menghasilkan gambar yang lebih menarik maka ukuran layar tampilan HDTV harus lebih besar dari ukuran layar tampilan televisi konvensional. Pengaruh penting lain dari layar yang berukuran besar adalah bahwa gambar besar bila dipandang dari jarak yang jauh akan tampak lebih mengesankan daripada gambar kecil dipandang dari jarak dekat dengan sudut pandang yang sama.

III. 6. 5. RESOLUSI GAMBAR

Jika ukuran gambar besar maka ketajaman gambar merupakan faktor yang penting. Ketajaman gambar ini tergantung pada harga resolusi, brightness dan kontras, sedangkan resolusi vertikal tergantung pada jumlah garis ulasan. Maka jika jarak pandang untuk HDTV tiga kali tinggi layar, diperlukan lebih dari 1000 garis ulasan per frame agar garis-garis ulasan horisontal tidak tampak pada layar.

III. 6. 6. SISTEM SCANNING.

Dari tes-tes yang dilakukan dengan membandingkan beberapa sistem scanning, yaitu 1:1, 2:1, 3:1 dan 5:1,

diproleh bahwa sistem scanning yang paling baik adalah sistem 2:1.

Penggunaan pengulasan progresip dapat mempertinggi kualitas gambar, tetapi bandwidth transmisi jauh lebih besar daripada ulasan terjalin. Sistem ulasan yang paling baik untuk HDTV adalah interlace ulasan 2:1. Penggunaan multiple interlace 3:1 atau 5:1 dengan jumlah ulasan yang lebih besar menghasilkan resolusi yang lebih baik, tetapi interferensi yang ditimbulkannya lebih besar.

Kualitas gambar total tidak lebih baik dari sistem 2:1.

Sistem scanning yang digunakan untuk HDTV NHK Jepang adalah sistem interlaced scanning 2:1.

III. 6. 7. FIELD FREQUENCY

Jika field frequency dinaikkan, dapat diperoleh perbaikan pada gambar tampilan, di lain pihak jika field frequency terlalu tinggi, bandwidth transmisi menjadi terlalu lebar. Oleh karena itu field frequency harus ditetapkan pada harga yang optimum.

Field frequency dipertimbangkan atas dasar kehalusan gambar dan kerdipan yang ditimbulkan pada layar tampilan. Semakin besar jumlah field per detik gerakan gambar semakin halus. Tetapi mata manusia tidak mampu mengikuti gerakan gambar yang terlalu cepat. Field

frequency untuk HDTV adalah 50 Hz atau 60 Hz seperti halnya pada televisi konvensional.

III. 7. MACAM - MACAM SISTEM HDTV

Berdasarkan kompatibilitasnya, sistem HDTV dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

- Sistem HDTV kompatibel.

Sinyal HDTV dapat diterima oleh penerima televisi konvensional dan sebaliknya sinyal televisi konvensional dapat diterima oleh penerima HDTV.

- Sistem HDTV non kompatibel.

Sinyal HDTV tidak dapat diterima oleh penerima televisi konvensional dan sebaliknya sinyal televisi konvensional tidak dapat diterima oleh penerima HDTV.

Berdasarkan teknik pengiriman sinyal gambarnya, pendekatan kompatibilitas sistem HDTV ada 2 macam, yaitu :

- Sistem simulcasting.

Setiap stasiun pemancar HDTV mentransmisikan dua sinyal terpisah. Satu untuk TV konvensional, satu untuk HDTV. Sinyal HDTV hanya bisa diterima oleh penerima HDTV dan sinyal televisi konvensional hanya dapat diterima oleh penerima televisi konvensional.

- Sistem augmented.

Setiap stasiun pemancar HDTV mentransmisikan

sinyal HDTV yang dapat diterima oleh penerima HDTV maupun penerima televisi konvensional.

Sinyal HDTV dibentuk dengan menambahkan sinyal tambahan pada sinyal NTSC.

Berdasarkan perkembangan teknologinya sistem HDTV telah dikembangkan oleh banyak negara, antara lain adalah: Jepang, Amerika, Canada dan negara-negara Eropa.

Di Jepang HDTV dikembangkan oleh NHK (Japan Broadcasting Association) bekerjasama dengan perusahaan elektronik di Jepang. Ada beberapa sistem yang dikembangkan Jepang, yaitu Hi-Vision (original MUSE), Narrow-MUSE, NCM-6, dan NCM-9.

Di Amerika HDTV dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan elektronik, pusat-pusat riset dan lembaga-lembaga pendidikan tinggi. Banyak sistem yang dikembangkan di Amerika ini antara lain adalah : ACTV, SLSC, sistem Zenith, sistem HDB-MAC, sistem VISTA, dan HDS-NA.

Di Eropa HDTV dikembangkan oleh gabungan beberapa perusahaan di negara-negara Eropa. Mereka menamakan proyeknya dengan Eureka Project '95, dan sistemnya dinamakan Eureka '95.

Pada IV dan BAB V akan dibahas beberapa sistem yang dikembangkan di Amerika dan Jepang, yaitu sistem ACTV, sistem SLSC dan sistem-sistem MUSE.

BAB IV

SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION DI AMERIKA

IV. 1. SISTEM ADVANCE COMPATIBLE TELEVISION (ACTV)

IV. 1. 1. UMUM

Sistem ACTV diciptakan oleh NBC, RCA dan David Sharnoff Research Center. Sistem ini terdiri dari dua tahap yaitu ACTV I dan ACTV II.

Sistem ACTV I merupakan sistem Enhanced Definition Television (EDTV) yang kompatibel dengan sistem NTSC. Sistem ini menampilkan gambar dengan aspect ratio yang lebih lebar dari sistem NTSC dengan perbaikan resolusi vertikal dan resolusi horisontal. Sistem ACTV I hanya membutuhkan bandwidth 6 MHz untuk transmisi sinyalnya. Gambar yang ditayangkan oleh sistem ini akan tampak normal pada penerima NTSC, tapi pada penerima ACTV gambar akan tampak lebih lebar dan resolusi lebih baik. Suara yang ditampilkan oleh sistem ini setaraf dengan suara sistem NTSC.

Sistem ACTV II merupakan sistem High Definition Television (HDTV). Sistem ini sebagai hasil pengembangan

lebih lanjut dari sistem ACTV I dengan penerapan metode augmentasi, yakni menambahkan sinyal tambahan yang disalurkan melalui saluran tetangga (adjacent channel) guna mendapatkan perbaikan kualitas. Sistem ini membutuhkan bandwidth transmisi 12 MHz. Band 6 MHz pertama merupakan sinyal ACTV I yang ditransmisikan sesuai standar NTSC dan 6 MHz lainnya merupakan sinyal tambahan yang ditransmisikan melalui saluran tetangga.

Selain perbaikan pada resolusi vertikal dan horisontal, pada sistem ACTV II juga digunakan perangkat audio digital yang mampu menampilkan suara secemerlang compact disc. Sistem ini kompatibel dengan sistem ACTV I dan NTSC dan mampu menampilkan gambar yang lebih unggul dari sistem ACTV I.

IV. 1. 2. SUMBER SINYAL UNTUK ACTV

Sumber sinyal ideal untuk ACTV adalah sinyal R, G, B 1050 garis yang diulas secara terjalin (interlaced scan) dan mempunyai aspect ratio 16:9 (1050 / 2:1 / 16:9).

Sinyal tersebut diproses secara matrix menjadi sinyal luminan (Y), dan dua sinyal perbedaan warna (I dan Q), dan dicuplik pada frekuensi delapan kali frekuensi sub pembawa warna (8xFSC atau 28,64 MHz).

TABEL 4-1 ¹⁸⁾

KARAKTERISTIK SISTEM ACTV

Parameter	ACTV I	ACTV II
Aspect Ratio	16 : 9	16 : 9
Garis Telusur	1050 garis	1050 garis
Resolusi Vertikal	410 garis	650 garis
Resolusi Horisontal	480 garis	800 garis
frekuensi field	60 Hz	60 Hz
frekuensi frame	30 Hz	30 Hz

IV. 1. 3. V-T PREFILTERING UNTUK SINYAL PROGRESSIVE SCAN

Sinyal Y, I, Q progressive scan difilter secara terpisah dalam bidang vertical-temporal (V-T) untuk mengurangi terjadinya flicker dan V-T aliasing yang biasanya terjadi pada sinyal interlace kompatibel.

IV. 1. 4. KONVERSI DARI PROGRESSIVE SCAN KE INTERLACE SCAN

Setiap sinyal progressive-scan dikonversikan menjadi interlace-scan 2:1 dengan cara memproses kedua garis genap atau garis ganjil dalam setiap field dan kemudian mencuplik pixel yang telah diproses pada laju

¹⁸⁾ Robert Hopkins, K.P. Davies, Development of HDTV Emission System in North America, IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 15, No. 3, September 1989, hal. 263

4xFSC (14,32 MHz). Semua rangkaian pemrosesan digital dari sinyal-sinyal interlace-scan terjadi pada laju 4xFSC. Proses prefiltering dilakukan pada tahap sebelumnya untuk mengurangi V-T aliasing yang mungkin terjadi sebagai hasil dari proses interlaced-subsampling.

Sinyal luminan terjalin (interlaced luminan) mungkin masih berisi sisa-sisa V-T aliasing yang tampak sebagai gangguan pelayangan antara ujung-ujung gerakan diagonal dan struktur pengulangan. Gangguan ini terjadi juga pada sistem NTSC dan sistem televisi konvensional lainnya yang menggunakan format sinyal interlace. Karena itu, sinyal V-T helper dikirimkan untuk membantu penerima ACTV dalam mengkonversi dari interlaced-scan menjadi pro-scan guna menghilangkan gangguan yang terjadi akibat proses konversi tersebut.

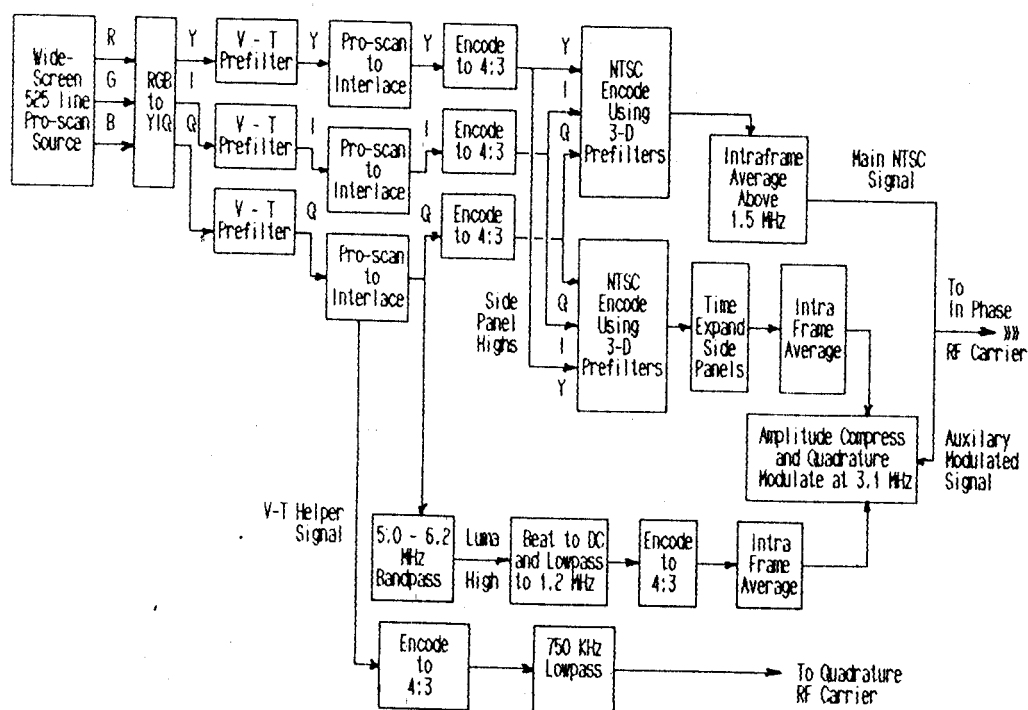
IV. 1. 5. ENCODING SINYAL GAMBAR ACTV I

Pengolahan sinyal pada encoder pada dasarnya dilakukan dengan memecah komposisi sinyal gambar 525/1:1 menjadi empat komponen, yakni :

- Main signal.
- Side-panel high frequency.
- Extra horizontal luminance detail.
- Vertical-Temporal Helper

Komponen pertama merupakan sinyal 525/2:1 dengan aspect ratio 4:3 dan mempunyai spesifikasi bandwidth yang sesuai dengan standar NTSC. Sedangkan ketiga sinyal lainnya merupakan informasi tambahan yang berguna untuk memperlebar aspect ratio dan mempertinggi resolusi gambar.

Selanjutnya komponen-komponen tersebut difilter dan dimodulasi kwadratur dan dipancarkan dalam bentuk sinyal komposit melalui saluran 6MHz. Setelah difilter secara



GAMBAR 4-1 19)

DIAGRAM BLOK ENCODER ACTV I

19) M. A. Isnardi and other, Encoding for Compatibility and Recoverability on the ACTV System, IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. BC - 33, No. 4, Desember 1987, hal. 21.

intraframe average, komponen 2 dan 3 dimodulasi kwadratur pada sub-pembawa tambahan (alternate subcarrier) 3,1 MHz. Hasil dari modulasi ini dimultipleks dengan komponen 1 yang telah difilter intraframe average. Hasil proses multipleks ini dimodulasi pada frekuensi pembawa gambar bersama-sama dengan komponen 4. Diagram blok Encoder ACTV I ditunjukkan pada gambar 4 - 1.

IV. 1. 5. 1. KOMPONEN 1: MAIN SIGNAL

Setelah proses konversi standar scanning, sinyal sinyal YIQ 525 / 2:1 / 16:9 dikonversikan menjadi sinyal dengan aspect ratio 4:3. Waktu garis aktif (active line time) dan waktu garis total (total line time) dari sinyal ini masing-masing adalah 52 mikro detik dan 63,556 mikro detik (sama dengan standar NTSC). Sinyal dengan band lebar difilter pada 5 MHz untuk luminan dan 600 KHz untuk krominan. Frekuensi luminan dari 5 hingga 6 MHz dipisahkan dan di-encode oleh komponen 3. Meskipun sistem dapat menghasilkan sinyal I dengan band lebar, tapi di sini diasumsikan bahwa sinyal perbedaan warna mempunyai bandwidth sama.

Pada konversi aspect ratio, bagian sentral 4:3 dari setiap garis pengulasan layar lebar (widescreen line) di time expand untuk mengisi seluruh bagian waktu garis aktif (50 mikro detik) dari sinyal kompatibel. Karena proses time expansion menyebabkan penurunan bandwidth,

sinyal luminan dan krominan panel tengah sekarang sesuai dengan bandwidth NTSC.

Panel-panel samping (side panel) dari gambar dipisahkan menjadi dua bagian frekuensi horisontal, bagian panel samping frekuensi rendah (side panel low) dan bagian panel samping frekuensi tinggi (side panel high), dan masing-masing diproses dengan cara yang berbeda. satu mikro detik pada setiap ujung garis aktif disediakan untuk time-compresed rendition dari panel samping frekuensi rendah. Dalam penerima konvensional frekuensi rendah yang telah dikompresi ini, yang mana berisi komponen DC dari sinyal video dan sebagian besar dari energi panel-panel samping, disembunyikan oleh horizontal overscan normal. Faktor kompresi untuk side panel low ini adalah sebesar 6. Agar sesuai dengan standar bandwidth NTSC, maka frekuensi cutoff pada panel samping dibatasi pada 700 KHz untuk luma dan 63 KHz untuk kroma.

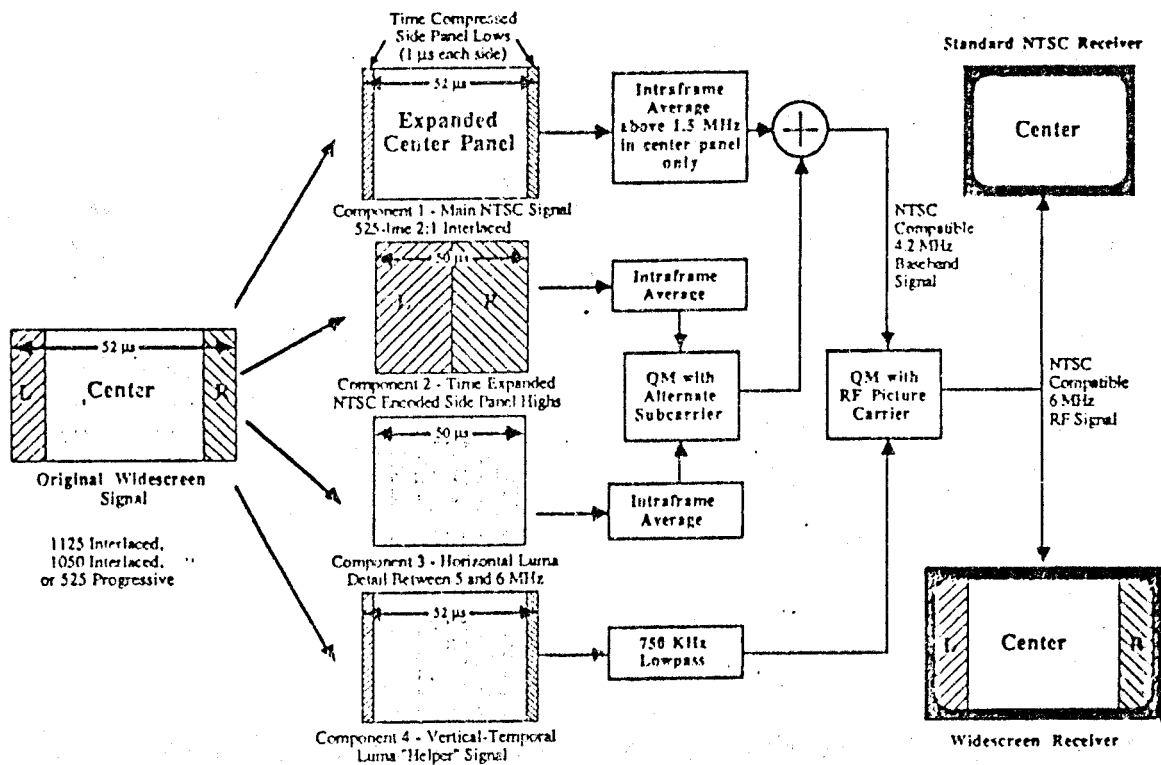
Sekarang sinyal Y, I, Q berisi sinyal bagian tengah dengan aspect ratio 4:3 dan sinyal side panel low yang dikompresi pada bagian kiri dan kanan daerah overscan. Sinyal ini mempunyai bandwidth sesuai standar NTSC, yaitu 4,2 MHz untuk luma dan 500 KHz untuk kroma. Sinyal ini di-encode sesuai standar NTSC dengan menggunakan three-dimensional (3-D) prefilter.

Sinyal luma di-bandstop filter dalam 3-D filter untuk memproduksi spektra 'hole'. Spektra 'hole' berfungsi untuk memodulasi kuadratur sinyal krominan pada 3,58 MHz. Sinyal krominan juga dibatasi band-nya dalam tiga dimensi guna memperkecil atau menghindari tumpang tindih sinyal luminan dan sinyal krominan termodulasi dalam spektrum tiga dimensi. Sinyal komposit yang dihasilkan pada proses-proses di atas disebut main signal.

IV. 1. 5. 2. KOMPONEN 2 : SIDE PANEL HIGH

Agar resolusi pada panel sentral dapat match, frekuensi tinggi horisontal dari panel samping harus ditransmisikan juga. Side panel high diencode sebagai berikut. Frekuensi luminan yang tidak dikompresi ke dalam daerah overscan (pada range 700 KHz hingga 5 MHz), dan side panel chrominance high (pada range 83 KHz hingga 600 KHz) dari widescreen interlaced signal di prefilter dengan 3-D prefilter, dan kroma dimodulasi kuadratur pada frekuensi sub pembawa 3,58 MHz. panel samping komposit yang menempati 6 mikro detik dari setiap ujung garis aktif layar lebar, di time expand untuk mengisi sebagian waktu garis aktif yang dilingkupi oleh panel sentral. Time expansion mengakibatkan penurunan bandwidth total sebesar 1 MHz. Sinyal yang dihasilkan oleh proses ini digambarkan sebagai komponen 2 pada gambar 4 - 2. Frekuensi tinggi

panel samping di-time expand secara terpisah dengan main signal.



GAMBAR 4-2 20)

DIAGRAM GAMBAR PROSES ENCODING SINYAL GAMBAR ACTV I

Komponen 2 ini di-time expand menjadi 52 mikro detik dan dimodulasi kuadratur pada waktu garis aktif dari

20) Ibid. hal. 119

main signal, termasuk daerah panel samping yang dikompresi.

IV. 1. 5. 3. KOMPONEN 3: EXTRA HORIZONTAL LUMINANCE

Komponen 1 dan 2 dapat membawa informasi luminan horisontal sinyal 525 / 1:1 hingga 5 MHz. Untuk menyediakan penambahan resolusi horisontal, detil luminan pada range 5 hingga 6 MHz di-encode sebagai berikut.

Pertama, band frekuensi sinyal ini digeser menjadi sinyal DC dan di filter dengan low pass filter untuk menghilangkan komponen upper side band. Kemudian detil luminan tambahan untuk semua garis gambar layar lebar di-time compress untuk mengisi bagian waktu garis aktif yang dilingkupi oleh panel sentral, seperti yang dilakukan pada komponen 2 di atas. Hasil dari proses ini ditunjukkan sebagai komponen 3 pada gambar 4 - 2.

Bandwidth total turun menjadi 1,1 MHz, dan komponen ini menjadi terkorelasi spatial dengan main signal.

IV. 1. 5. 4. KOMPONEN 4: VERTICAL TEMPORAL HELPER SIGNAL

(V-T HELPER)

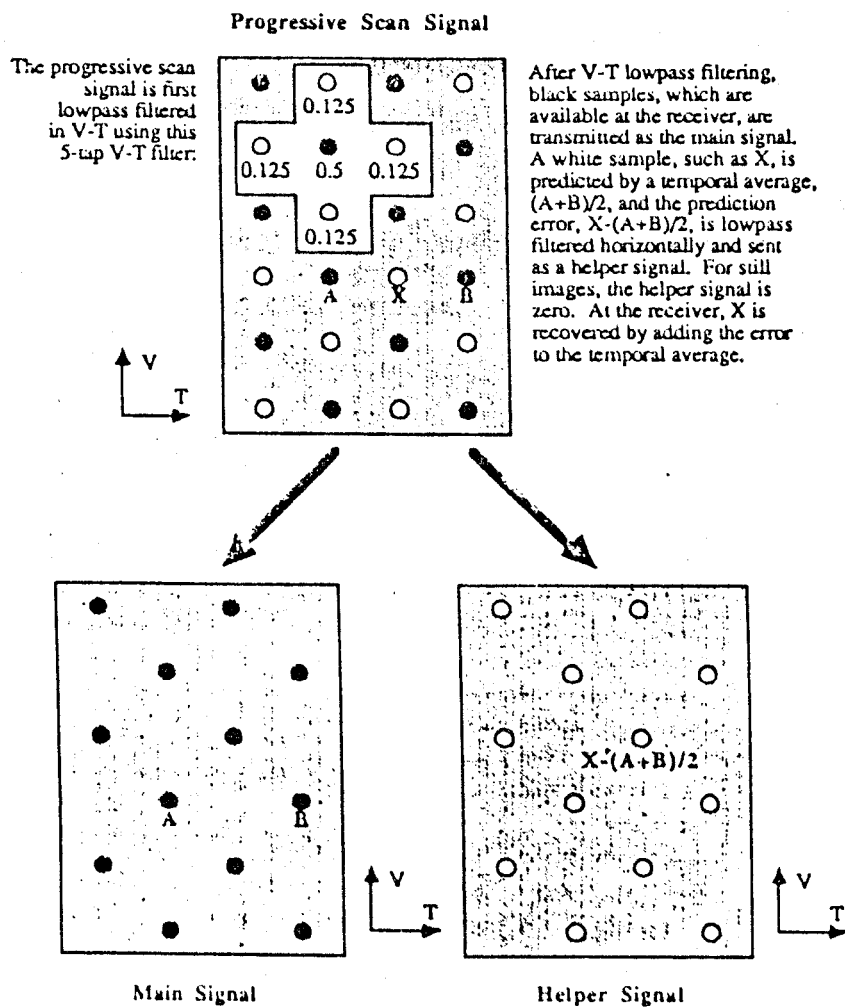
Sinyal V-T helper ini sebenarnya adalah sebuah prediksi kesalahan waktu (temporal prediction error). Algoritma pembentukan sinyal ini ditunjukkan pada gambar 4 - 3. Pada gambar tersebut terlihat, pixel A, X dan B

terletak pada posisi spatial yang sama pada citra gambar. Prediksi dibuat untuk missing pixel (X) dengan meratakan pixel sebelum dan sesudahnya (A dan B). Prediksi dikurangkan dari harga aktualnya, dan kesalahan antara keduanya menjadi sample dari sinyal helper. sinyal helper dibatasi pada band sebesar 750 KHz, dan ditransmisikan secara kuadratur dengan sinyal RF pembawa gambar.

Pada penerima ACTV, prediksi yang sama dari missing pixel X dibuat dengan menggunakan rata-rata dari sampel-sampel dan kesalahan diumlahkan pada prediksi. Dengan demikian proses konversi dari format interlaced-scan ke pro-scan dibantu oleh sinyal V-T helper.

Sinyal ACTV diturunkan dari sumber sinyal 1050/2:1 yang dikonversikan menjadi 525/1:1 untuk sumber ACTV I. Untuk keperluan kompatibilitas dengan kanal NTSC, sinyal ACTV I yang telah di-encode dikonversikan menjadi sinyal 525/2:1. Pada penerima, sinyal terulas progresif ini diturunkan dari sinyal transmisi dengan pengulangan terjalin. Sumber sinyal 525/1:1 membentuk sinyal pembantu untuk mentransmisikan detail luminan vertical-temporal (V-T) tambahan yang digunakan oleh penerima dalam merekonstruksi garis-garis yang hilang. Algoritma yang

digunakan untuk memproduksi V-T helper signal dapat ditunjukkan pada gambar 4 - 3.



GAMBAR 4-3 21)

ALGORITMA PEMBENTUKAN SINYAL V-T HELPER

21) Ibid. hal. 118

Tujuan dari dibentuknya sinyal helper adalah untuk menyimpan detail gerakan vertikal dalam sinyal asal 525/1:1. Detail dapat dihitung oleh penerima, tetapi pemeliharaan detail selama gerakan gambar menghendaki informasi yang lebih banyak.

IV. 1. 6. COMPATIBILITY

Compatibility berarti bahwa komponen-komponen tambahan harus dapat disembunyikan dalam main signal jika ditampilkan pada penerima standar NTSC. Untuk mendapatkan compatibility, digunakan teknik-teknik berikut ini.

Pertama, frekuensi rendah panel samping yang berenergi rendah secara fisis disembunyikan dalam normal horizontal scan dari penerima NTSC.

Kedua, komponen 2 dan 3 yang merupakan sinyal berenergi rendah dikompresi amplitudonya dan dimodulasi kuadratur pada subcarrier 3,1 MHz. Subcarrier ini adalah frekuensi tersisip yang merupakan kelipatan ganjil dari laju setengah garis pengulasan horizontal. Fasa dari subcarrier ini terbalik pada field-field tertentu (alternate field). Meskipun seluruh komponen sinyal termodulasi terletak pada band kroma antara 2,0 - 4,2 MHz, tetapi kenyataannya disembunyikan. Hal ini disebabkan

karena komponen-komponen tersebut ditampilkan sebagai kedipan warna komplementer dengan laju 30 Hz yang tidak dapat dilihat mata.

Komponen 4 (helper signal) dikirim dengan modulasi kuadratur pada RF pembawa gambar. Untuk keperluan compatibility, helper signal ini dihubungkan dengan main signal dalam daerah ruang (spatial). Dengan demikian helper signal dihilangkan oleh penerima NTSC dengan menggunakan RF synchronous detector.

IV. 1. 7. RECOVERABILITY

Recoverability berarti bahwa semua komponen harus dapat dipisahkan tanpa terjadi crosstalk pada penerima ACTV-I.

Untuk mewujudkan recoverability dari komponen 1, 2 dan 3 digunakan proses intraframe averaging. Intraframe averaging merupakan teknik pemfilteran digital linier yang berubah terhadap waktu (linear time-varying digital filtering) yang dapat memisahkan sinyal termodulasi dari sinyal baseband tanpa menimbulkan crosstalk vertikal - temporal pada gerakan gambar.

Horizontal crosstalk dihilangkan dengan guardband antara prefilter horizontal dan postfilter horizontal.

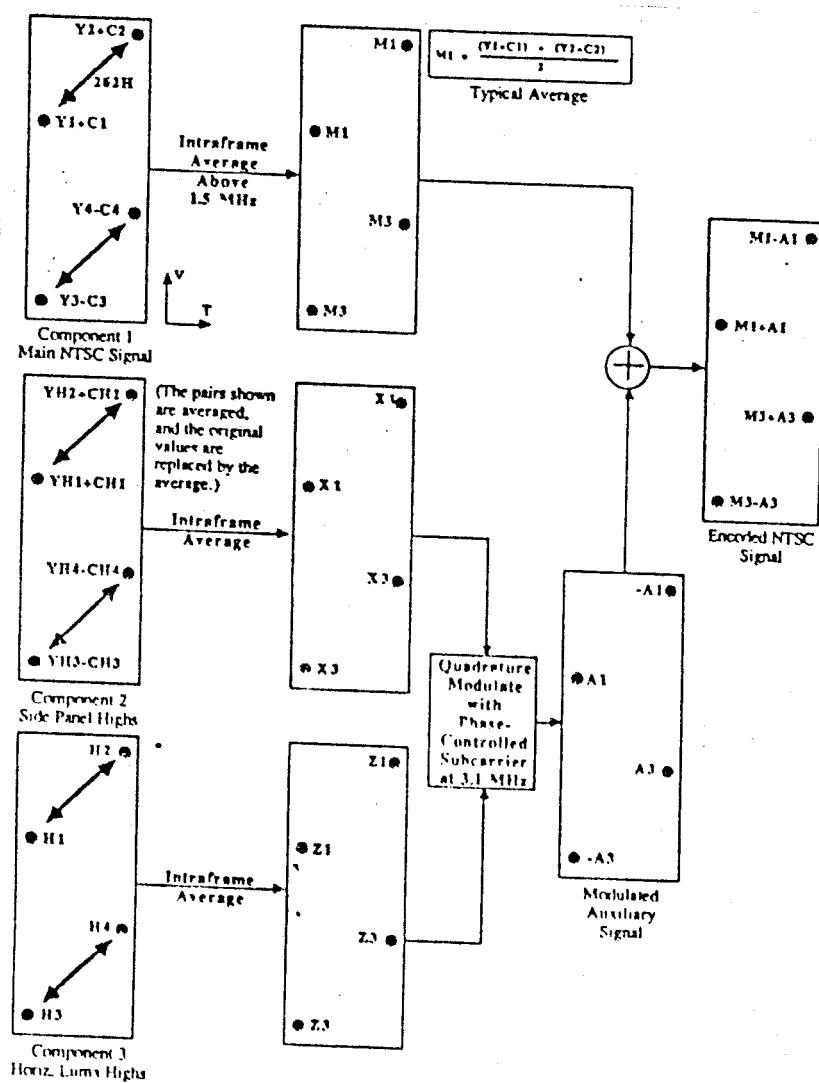
IV. 1. 8. INTRAFRAME AVERAGING

Proses intraframe averaging ditunjukkan pada gambar 4 - 4. Pada gambar terlihat bahwa pasangan pixel-pixel 262 H dari komponen 2 dan 3 yang terpisah dalam frame dirata-rata. Harga rata-rata mengganti harga-harga asal pixel. Vertical temporal averaging ini hanya terjadi dalam sebuah frame dan tidak memotong batas-batas frame.

Dalam hal komponen 1, intraframe averaging dilakukan dalam panel tengah hanya pada frekuensi di atas 1,5 MHz. Untuk memperbaiki resolusi diagonal panel samping tidak diperlukan intraframe averaging pada panel-panel samping yang telah dikompresi.

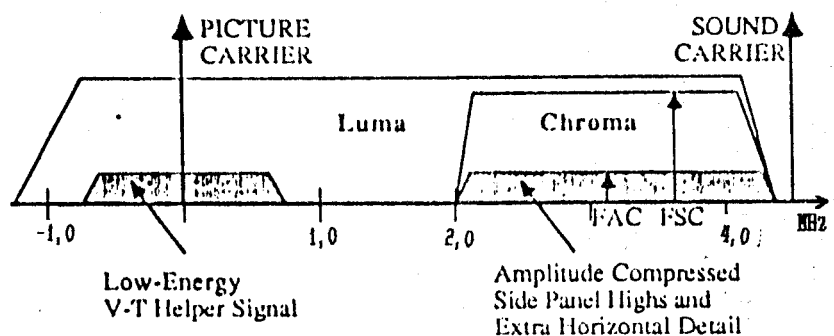
Untuk tujuan ini, komponen 2 dan 3 diletakkan pada daerah panel tengah saja. Dalam komponen 1 dan 2, averaging dilakukan pada sinyal komposit melalui keseluruhan band kroma.

Spektrum sinyal ACTV I ditunjukkan pada gambar 4-5. Tampak pada gambar bahwa spektrum sinyal ACTV I merupakan sinyal standar NTSC yang telah ditambah dengan sinyal-sinyal tambahan. Frekuensi subcarriere tambahan (FAC) adalah sebesar 3,1 MHz. Bagian panel samping. frekuensi tinggi dan detil luminan horisontal menempati ruang 1,1 MHz di kedua sisi FAC. V-T helper signal menempati 750 KHz di kedua sisi frekuensi pembawa gambar.



GAMBAR 4-4 22)

KETERANGAN GRAFIS PROSES INTRAFRAME AVERAGING

GAMBAR 4-5 ²³⁾

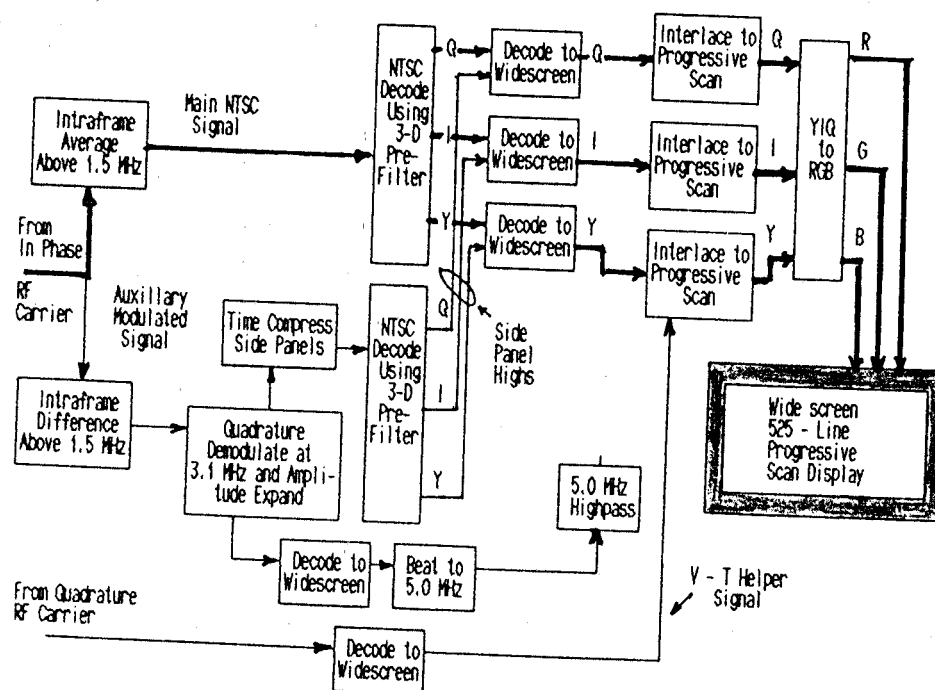
SPEKTRUM SINYAL ACTV I

IV. 1. 9. DECODING SINYAL GAMBAR ACTV I

Pada penerima ACTV I, sinyal RF 6 MHz yang membawa informasi gambar dan suara didemodulasi kwadratur dengan menggunakan RF Synchronous Detector. Komponen Vertical-Temporal Helper dipisahkan dari tiga komponen lainnya. Filter intraframe average dan intraframe difference digunakan untuk memisahkan komponen main signal dari komponen termodulasi kwadratur sub-pembawa tambahan. Demodulator Kwadratur 3,1 MHz digunakan untuk membentuk kembali komponen 2 dan 3 dari sinyal termodulasi kwadratur 3,1 MHz. Dengan demikian keempat komponen telah didapatkan kembali.

²³⁾ Ibid. hal. 122

Selanjutnya, komponen 1 dan 2 didecode sesuai standar NTSC dengan menggunakan 3-D complementary bandpass filter menjadi sinyal Y, I, Q. Proses-proses ekspansi dan kompresi yang berlawanan dengan pada proses encoding, serta penataan komposisi diterapkan pada proses decoding untuk mendapatkan kembali format sinyal dengan aspect ratio lebar.



GAMBAR 4-6 24)

DIAGRAM BLOK DECODER ACTV I

24) Ibid. hal. 124

Setelah semua komponen ditata dalam format aspect ratio lebar, detil luminansi yang diperoleh dari pemrosesan komponen 3 ditambahkan pada sinyal luminansi Y untuk mendapatkan tambahan resolusi horisontal. Kemudian sinyal luminansi terjal ini dikonversi menjadi sinyal luminansi progresip dengan bantuan Sinyal V-T Helper. Sedang sinyal-sinyal krominansi (I dan Q) dikonversi menjadi sinyal progresip tanpa bantuan V-T Helper. Akhirnya sinyal YIQ progresip ini dikonversi menjadi bentuk analog dan diproses secara matriks menjadi sinyal RGB untuk ditampilkan pada layar tampilan lebar. Diagram blok decoder ACTV I ditunjukkan pada gambar 4 - 6.

IV. 1. 9. 1. PROSES MENDAPATKAN KEMBALI KOMPONEN-KOMPONEN TAMBAHAN

Pada penerima ACTV-I, kanal RF 6 MHz dimodulasi kuadratur dengan menggunakan synchronous RF detector. Karena itu komponen 4 dipisahkan dari ketiga komponen lainnya. Intraframe averaging dan intraframe differencing memisahkan komponen 1 dari komponen-komponen sinyal termodulasi, dan kuadratur demodulasi memisahkan komponen 2 dan 3.

Sinyal-sinyal komposit di-encode sesuai standar NTSC dengan menggunakan bandpass filter komplementer, dan

diubah menjadi sinyal-sinyal Y, I, Q. Pemetaan-pemetaan yang berkebalikan dengan proses-proses encoding diterapkan pada semua komponen untuk mendapatkan kembali aspect ratio lebar, dan sinyal side panel high digabungkan dengan sinyal side panel low untuk mendapatkan kembali resolusi side panel yang penuh.

IV. 1. 9. 2. PROSES DECODING LAYAR LEBAR

Setelah komponen-komponen sinyal ACTV-I didapatkan kembali dan dikonversikan menjadi sinyal Y, I, Q, maka tahap selanjutnya adalah mengkonversi aspect ratio dari 4:3 menjadi aspect ratio lebar (16:9). Proses konversi aspect ratio untuk semua komponen secara grafis ditunjukkan pada gambar 4 - 7.

Sinyal panel tengah dari komponen 1 dan 4 dikompresi, dan sinyal side panel low dari komponen 1 dan 4 diekspansi sehingga menjadi sinyal dengan lebar panel seperti asalnya.

Komponen 2 yang berisi sinyal side panel high dikompresi kembali pada alokasi waktu side panel asalnya. Komponen 3 di-time expand hingga menjadi 52 mikro getik.

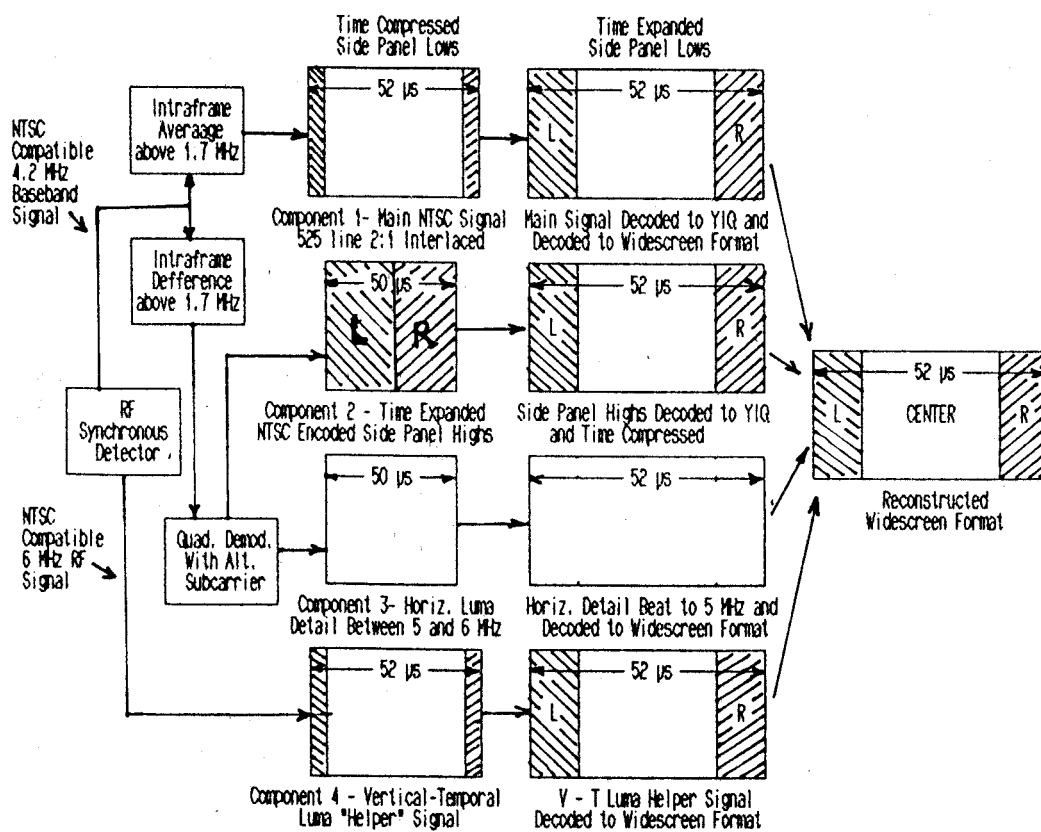
IV. 1. 9. 3. PROSES MENDAPATKAN KEMBALI DETIL TINGGI

(ENHANCED DETAIL)

Setelah semua komponen diubah menjadi format aspect ratio lebar, maka ditambahkan detil luminan yang telah didapatkan kembali. Detil luminan horisontal tinggi digeser pada frekuensi semula dan ditambahkan pada sinyal luminan untuk mendapatkan kembali tambahan resolusi horisontal sebesar 1 MHz.

Sinyal luminan interlace-scan, dikonversi menjadi progressive scan dengan menggunakan interpolasi temporal dengan bantuan helper signal. Sinyal krominan dikonversi menjadi progressive scan dengan menggunakan interpolasi temporal tanpa bantuan helper signal.

Proses terakhir adalah mengkonversi sinyal Y, I, Q progressive scan menjadi bentuk sinyal analog dan selanjutnya sinyal analog ini diproses secara matrix menjadi sinyal R, G, B untuk ditampilkan pada layar tampilan.



GAMBAR 4-7 25)

DIAGRAM GAMBAR PROSES DECODING SINYAL GAMBAR ACTV I

IV. 1. 10. ENCODING SINYAL GAMBAR ACTV-II

Sistem ACTV II menggunakan sinyal ACTV I dan membentuk sinyal HDTV dengan menambahkan sinyal tambahan 6 MHz pada sinyal ACTV I.

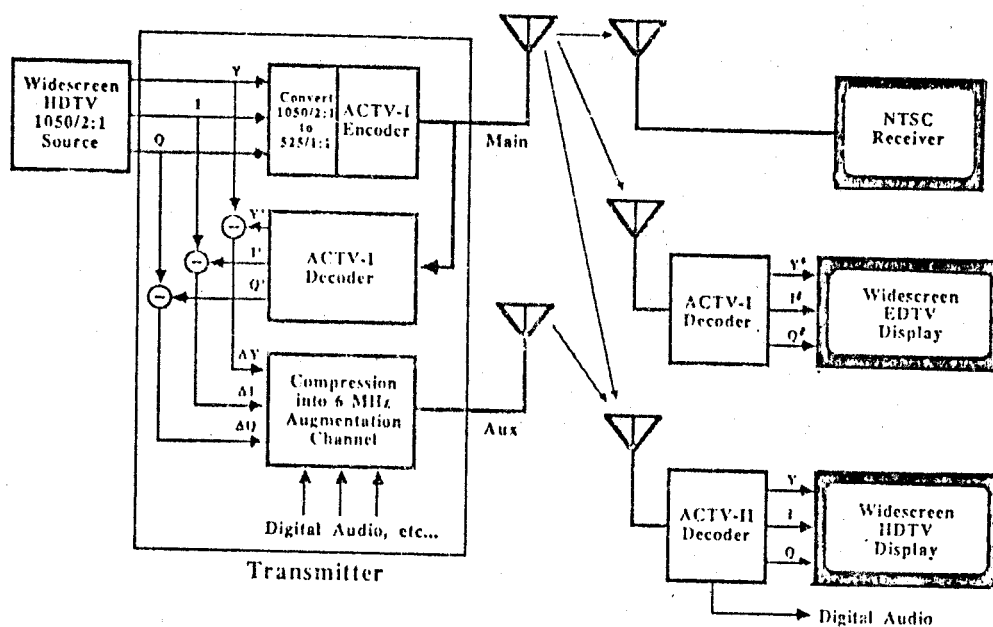
Prosedur pembentukan sinyal tambahan ACTV II adalah dengan membandingkan sinyal sumber 1050/2:1 dengan turunan sinyal ACTV I (hasil rekonstruksi sinyal ACTV I pada

25) Ibid. hal. 126

decoder ACTV I). Sinyal selisih antara kedua sinyal tersebut merupakan informasi yang diperlukan untuk merekonstruksi sinyal HDTV pada penerima sesuai dengan sinyal sumber. Sinyal selisih mempunyai bandwidth sebesar 20 MHz, tetapi sebelum dipancarkan sinyal ini dikompresi dahulu menjadi sinyal 6 MHz. Sehingga dapat dipancarkan melalui saluran tambahan 6 MHz. Diagram blok sistem ACTV II ditunjukkan pada gambar 4 - 8.

Encoder ACTV II terdiri dari encoder ACTV I, decoder ACTV I dan bagian kompresor sinyal tambahan. Encoder ACTV I menghasilkan sinyal ACTV I 6 MHz. Sinyal ini selain dipancarkan juga didecode oleh bagian decoder ACTV I menjadi turunan komponen sinyal Y' , I' , Q' dalam format 525/1:1 ($Y' = 12$ MHz, $I' = Q' = 12$ MHz). Sinyal ini dikurangkan terhadap komponen sinyal HDTV sumber ($Y = 20$ MHz, $I = Q = 10$ MHz) untuk memproduksi sinyal tambahan ($\Delta Y = 20$ MHz, $\Delta I = \Delta Q = 10$ MHz).

Pengurangan sinyal progresip terhadap sinyal terjalin menyebabkan sinyal tambahan berisi semua spatio-temporal detail yang tidak terdapat pada sinyal ACTV I. Informasi ini berguna untuk memperbaiki gangguan-gangguan yang timbul pada sinyal ACTV I yang didecode pada penerima



GAMBAR 4-8 26)

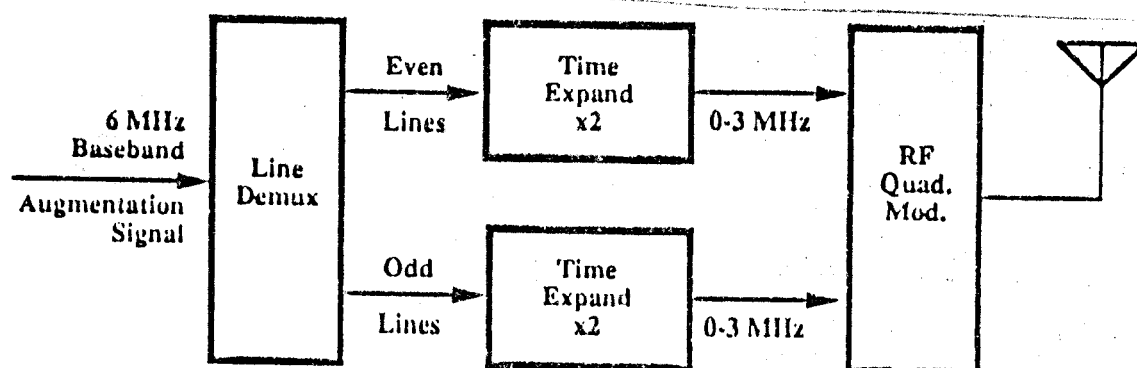
DIAGRAM BLOK SISTEM ACTV II

ACTV II. Selanjutnya, sinyal tambahan ini dikompresi dan dimultipleks menjadi sinyal 6 MHz

Sinyal tambahan dapat dimodulasi dalam saluran 6 MHz seperti ditunjukkan pada gambar 4 - 9. Pertama sinyal baseband digital

26) M. A. Isnardi and other, Advanced Compatible Television: A Progress Report, SMPTE Journal, July 1989, hal. 491

demultiplekser garis. Masing-masing diekspansi waktu dua kali, hasilnya adalah sinyal baseband 3 MHz. Sinyal ini dikonversikan menjadi sinyal analog dan dimodulasi kuadratur oleh gelombang pembawa RF pada bagian tengah kanal RF tambahan 6 MHz.



GAMBAR 4-9 26)

PROSES MODULASI SINYAL TAMBAHAN

IV. 1. 10. 1. KOMPRESI SINYAL ΔY

Diagram blok proses kompresi sinyal ΔY ditunjukkan pada gambar 4 - 10. Pada gambar terlihat bahwa sinyal ΔY dengan bandwidth 20 MHz dipecah menjadi tiga bagian band frekuensi horisontal, yaitu 0 - 6 MHz, 6 - 12 MHz dan 12 - 18 MHz. Frekuensi antara 18 - 20 MHz tidak ditransmisikan.

27) Ibid. hal. 494

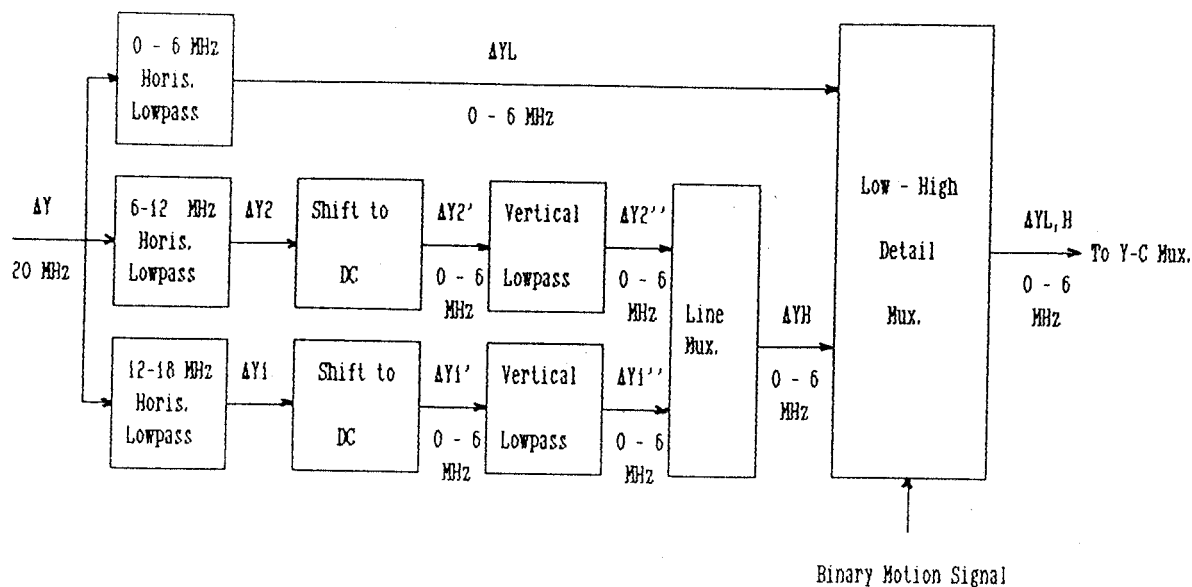
Sinyal pada band frekuensi 0 - 16 MHz disebut sinyal $\Delta Y1$. Sinyal pada band frekuensi 6 - 12 MHz digeser menjadi level DC dengan menggunakan carrier 6 MHz. Sinyal 12 - 18 MHz digeser menjadi level DC dengan menggunakan carrier 12 MHz. Bagian sideband atas dari sinyal-sinyal ini ditolak dengan menggunakan low pass filter 6 MHz.

Setelah di-beat pada level DC, sinyal 6 - 12 MHz dan sinyal 12 - 18 MHz difilter secara vertikal menjadi sinyal Half Nyquist ($\Delta Y2''$ dan $\Delta Y3''$). $\Delta Y2''$ dan $\Delta Y3''$ masing-masing mempunyai range frekuensi 0 - 6 MHz.

Sinyal-sinyal Half Nyquist ini selanjutnya di-line multiplex untuk menghasilkan sinyal ΔYH yang mempunyai range frekuensi 0 - 6 MHz.

Dalam daerah gambar diam sinyal ΔYL dan ΔYH di-frame multiplex. Dalam area gambar bergerak hanya sinyal ΔYL yang dikirimkan.

Motion adaptive processing (MAP) didasarkan pada sinyal gerakan biner (binary motion signal), yang mana dapat dikirimkan dari helper signal atau dari perbedaan frame luma dalam sinyal ACTV-I. Dari proses ini dihasilkan proses luma tambahan ΔYLH dengan range frekuensi 0 - 6 MHz. Sinyal ΔYLH meliputi 754 pixel pada frekuensi delapan kali sub pembawa warna.



GAMBAR 4-10 28)

DIAGRAM BLOK PROSES KOMPRESI SINYAL ΔY IV. 1. 10. 2. KOMPRESI SINYAL ΔI DAN ΔQ

Proses kompresi sinyal ΔI dan ΔQ ditunjukkan pada gambar 4 - 11. Pada gambar terlihat bahwa sinyal ΔI dan ΔQ yang masing-masing mempunyai bandwidth 10 MHz difilter secara horisontal dengan low pass filter 2,4 MHz. Frekuensi yang lebih tinggi dari 24 MHz tidak dipancarkan.

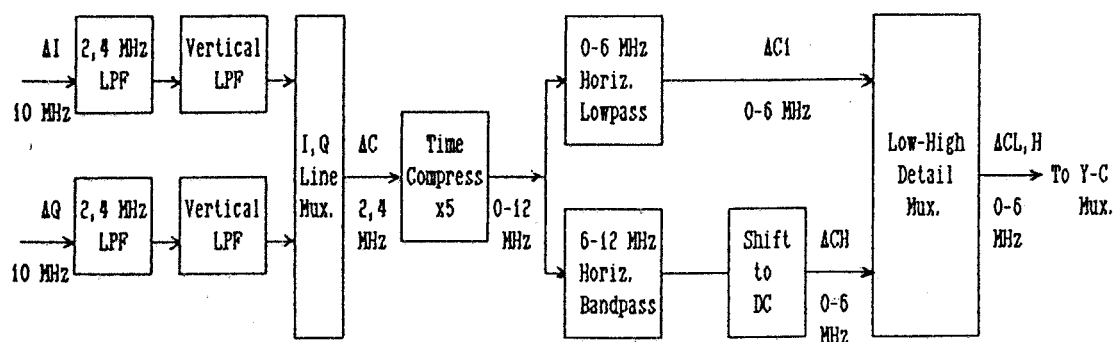
Selanjutnya sinyal-sinyal kroma difilter secara vertikal dengan low pass filter menjadi sinyal Half Nyquist dalam sebuah field dan di-line multiplex dalam bentuk sinyal 2,4 MHz tunggal.

28) C.H. Strolle, Cooperative Processing for Improved NTSC Chrominance/Luminance Separation, SMPTE Journal, August 1986, hal. 947

Sinyal 2,4 MHz ini selanjutnya dikompresi secara horizontal dengan faktor lima untuk membentuk sinyal 12 MHz. Sinyal 12 MHz dipecah menjadi dua bagian band frekuensi horizontal 0 - 6 MHz (CL) dan 6 -12 MHz. Sinyal 6 - 12 MHz digeser menjadi level DC dengan menggunakan carrier 6 MHz. Side band atas dari sinyal ini ditolak oleh low pass filter 6 MHz.

Sinyal-sinyal ACL dan ACH dalam area gambar diam di frame multiplex dan pada area gambar bergerak hanya sinyal ACL yang dikirimkan.

Sebagaimana pada proses kompresi ΔY , switching didasarkan pada sinyal gerakan biner. Hasil terakhir



GAMBAR 2-11 29)

DIAGRAM BLOK PROSES KOMPRESI SINYAL ΔI DAN ΔQ

proses ini adalah sinyal ACLH 6 MHz yang meliputi 151 pixel pada laju delapan kali frekuensi sub pembawa warna. Sinyal ini selanjutnya dikonversikan pada multiplexer.

IV. 1. 11. MULTIPLEXING SINYAL LUMA, KROMA DAN DATA

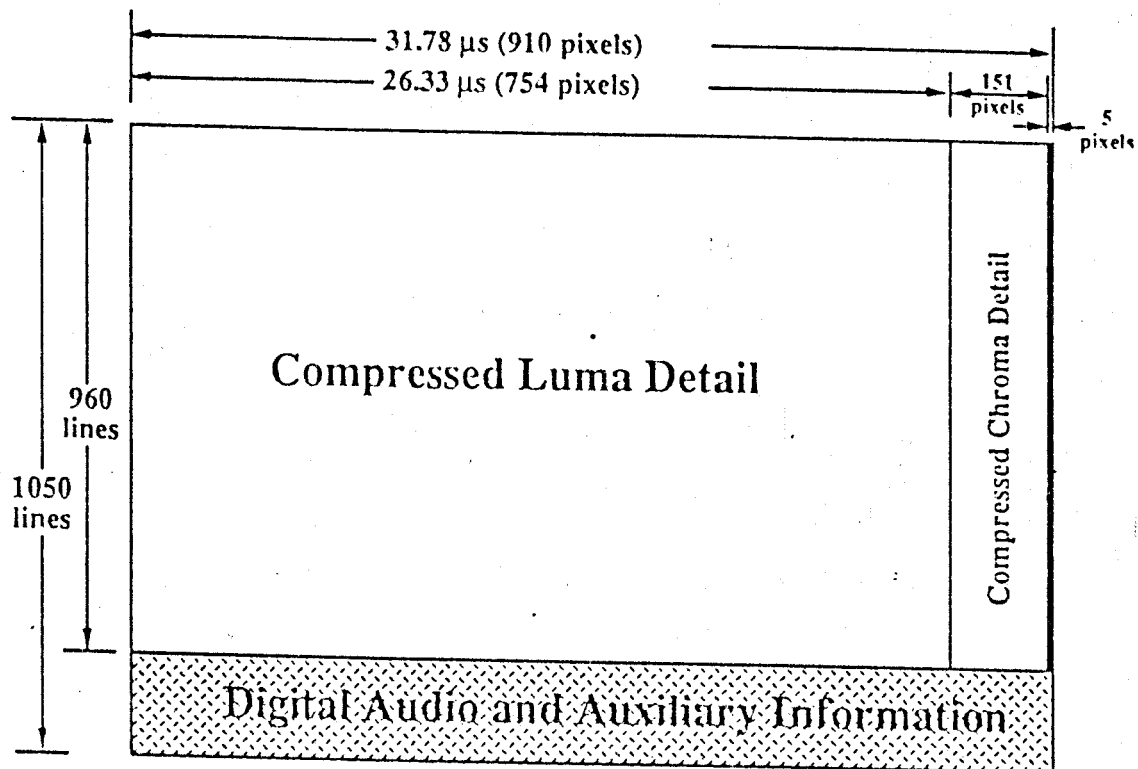
Raster dari sinyal tambahan 6 MHz adalah 1050/2:1 59,94 field/detik, dicuplik pada laju delapan kali frekuensi sub pembawa warna. Laju pencuplikan menjadi 910 sample per total garis.

Skema multiplexing untuk luma, kroma dan data ditunjukkan pada gambar 4 - 12. Pada gambar terlihat bahwa dari 1050 garis total per frame, 960 garis dipergunakan untuk gambar, sisanya digunakan untuk audio digital dan data tambahan.

Pada bagian daerah gambar, 754 pixel pertama berisi sinyal luma yang dikompresi, 151 pixel berikutnya berisi sinyal kroma yang dikompresi, dan 5 pixel terakhir berisi sinyal sinkronisasi horisontal.

IV. 1. 12. DECODING SINYAL GAMBAR ACTV-II

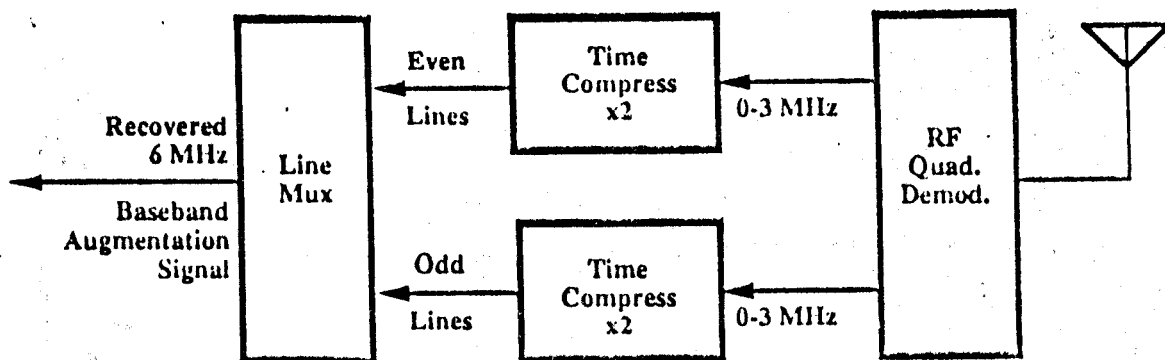
Pada bagian penerima ACTV II, saluran kedua ditala pada lokasi sinyal ACTV I yang telah didecode dan diequalisaai guna menyelaraskan dengan saluran utama. Garis-garis ganjil dan genap dimodulasi kwadratur,

GAMBAR 4-12 ³⁰⁾

ALOKASI FRAME UNTUK SINYAL TAMBAHAN

dikompresi-waktu dan dimultipleks-garis untuk dibentuk menjadi sebuah frame tunggal. Sinyal luminansi dan krominansi didemultipleks dan diekspansi. Proses dan demodulasi sinyal tambahan pada sistem ACTV II ditunjukkan pada gambar 4 - 13 di bawah ini.

³⁰⁾ M. A. Isnardi, op.cit, 493



GAMBAR 4-13 31)

PROSES DEMODULASI SINYAL TAMBAHAN

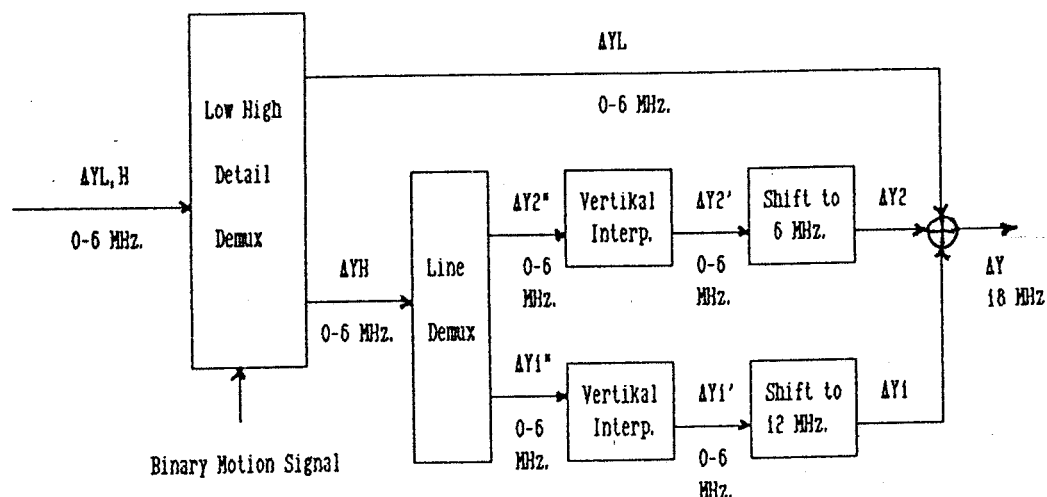
IV. 1. 12. 1. EKSPANSI SINYAL ΔY

Diagram blok proses ekspansi sinyal ΔY ditunjukkan pada gambar 4 - 14. Pada gambar terlihat bahwa sinyal ΔY_{LH} diproses dengan cara yang berbeda untuk daerah gambar diam dan daerah gambar bergerak.

Dalam daerah gambar bergerak hanya hanya sinyal ΔY_L yang dikirimkan dan sinyal ini ditambahkan secara langsung pada sinyal ACTV-I yang telah di-decode.

Dalam daerah gambar diam sinyal ΔY_L di-frame demultiplex dan di-frame repeat maju dalam waktu, sedang

31) M.A. Isnardi, op. cit, hal. 494



GAMBAR 4-14 32)

DIAGRAM BLOK PROSES EKSPANSI SINYAL ΔY

sinyal ΔYH di-frame demultiplex dan di-frame repeat mundur dalam waktu.

Sinyal-sinyal tersebut selanjutnya diinterpolasi secara vertikal dengan menggunakan line averaging, dan digeser menjadi frekuensi asal dengan menggunakan carrier 6 MHz dan 12 MHz. Ketiga band yang telah terbentuk dijumlahkan untuk menghasilkan sinyal tambahan yang akan ditambahkan pada sinyal Y' .

32) C.H. Strolle, op.cit, 952

IV. 1. 12. 2. EXPANSI SINYAL AI DAN AQ

Proses ekspansi sinyal AI dan AQ ditunjukkan pada gambar 4 - 15. Pada gambar terlihat bahwa sinyal ACLH yang diterima diproses dengan cara yang berbeda untuk daerah gambar diam dan daerah gambar bergerak.

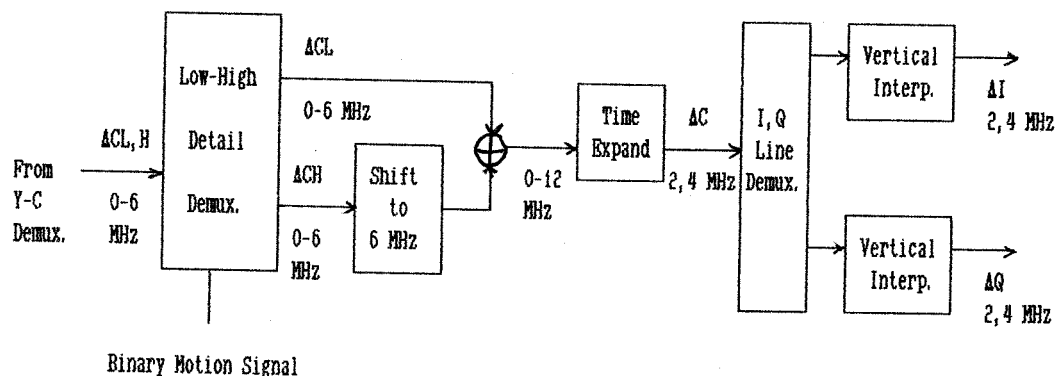
Dalam daerah gambar bergerak, hanya sinyal ACL yang dikirimkan, dan sinyal ini dijumlahkan secara langsung dengan sinyal kroma ACTV-I yang telah di-decode (I' dan Q'). Dalam daerah gambar diam, sinyal CL di-frame demultiplex dan di-frame repeat maju dalam waktu, sedangkan ACH di-frame demultiplex dan di-frame repeat mundur dalam waktu. Sinyal ACH di-beat pada frekuensi 6 MHz dan dijumlahkan dengan sinyal ACL. Setelah proses time expansion dan demultiplex, sinyal tersebut dijumlahkan dengan sinyal kroma yang telah di-decode (I' dan Q').

IV. 1. 13. RESOLUSI LUMINAN

Untuk daerah gambar bergerak diperoleh resolusi horisontal sebesar 18 MHz atau sama dengan 560 garis per tinggi gambar, dan diperoleh resolusi vertikal efektif sebesar 770 garis.

Untuk daerah gambar bergerak diperoleh resolusi horisontal 6 MHz atau sama dengan 190 garis per tinggi gambar dengan resolusi vertikal penuh.

gambar dengan resolusi vertikal penuh.



GAMBAR 4-15 33)

DIAGRAM BLOK PROSES EKSPANSI SINYAL ΔI DAN ΔQ

IV. 1. 14. RESOLUSI KROMINAN

Resolusi horisontal untuk daerah gambar bergerak adalah 75 garis per tinggi gambar dan resolusi vertikalnya 240 garis. Sedangkan untuk daerah gambar diam diperoleh resolusi horisontal 40 garis per tinggi gambar dan resolusi vertikal 240 garis.

33) C.H. Stroole, op. cit, hal. 956

IV. 2. SISTEM SPLIT LUMINANCE - SPLIT CHROMINANCE (SLSC)

IV. 2. 1. UMUM

Sistem Split Luminance - Split Chrominance (SLSC) ini diciptakan oleh AT&T Bell Laboratories dan merupakan sistem yang kompatibel dengan sistem televisi konvensional NTSC. Manfaat utama yang diharapkan dari sistem HDTV SLSC ini adalah :

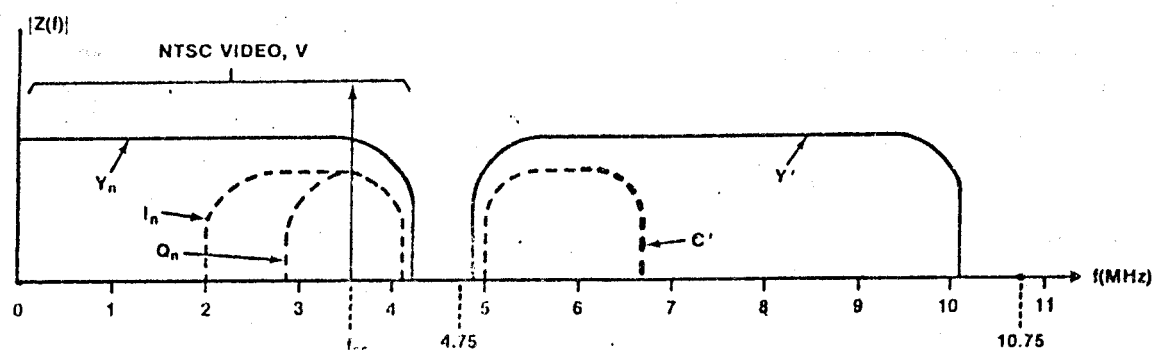
- Pertambahan resolusi horizontal.
- Pertambahan resolusi vertikal.
- Pengurangan Crosstalk antara komponen-komponen sinyal komposit.

Sistem ini diawali dengan pengembangan sistem SLSC dasar yang merupakan sistem EDTV. Pada perkembangan selanjutnya diadakan perbaikan-perbaikan pada resolusi krominan, resolusi lumanan dan aspect ratio gambar sehingga bisa dikategorikan sebagai sistem HDTV.

IV. 2. 2. KARAKTERISTIK SISTEM SLSC

Pertambahan resolusi akan dapat menampilkan gambar yang lebih besar dari penerima televisi konvensional dengan gambar yang lebih tajam dan lebih detail. Karakteristik dari sistem ini ditunjukkan pada tabel 4 - 2 di bawah ini.

yang digunakan untuk pelayanan lain seperti teletext dan/atau suara multi saluran, sehingga sistem ini mampu menampilkan suara secemerlang compact disc. Untuk pemancarannya, sinyal baseband HDTV komposit ini dimodulasi amplitudo VSB. Sinyal ini merupakan gabungan antara sinyal NTSC yang menempati bagian 6 MHz pertama dan sinyal tambahan yang menempati porsi 6 MHz berikutnya.



GAMBAR 4 - 16 ³⁵⁾

SINYAL BASEBAND KOMPOSIT HDTV - SLSC

IV. 2. 4. PROSES ENCODING HDTV - SLSC DASAR

Diagram blok dari encoder sistem SLSC-HDTV ditunjukkan pada gambar 4-17. Metode untuk pertambahan

³⁵⁾ Ibid. hal. 4094

resolusi vertikal seperti telah disebutkan sebelumnya digunakan di sini. Sumber sinyal yang berupa sinyal R, G, B 1050 garis progresif diumpankan pada filter anti aliasing. Masing-masing sinyal tersebut dilewatkan pada scan converter yang akan mengkonversi sinyal 1050 dengan format progresif menjadi sinyal 525 garis dengan format interlace. Sinyal ini kemudian diproses secara matrix menjadi format sinyal Y, I dan Q.

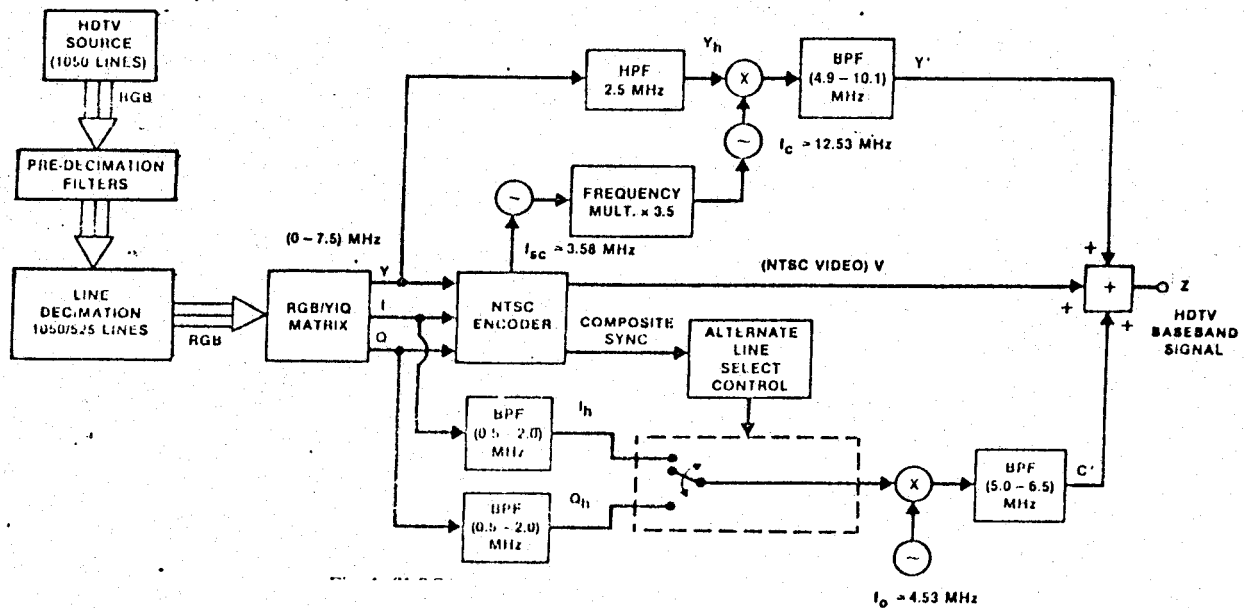
Sinyal frekuensi tinggi tambahan (additional high frequency) untuk perbaikan krominansi di-time multiplex untuk membawa sinyal-sinyal I_h dan Q_h pada garis-garis horisontal. Sinyal ini dimodulasi single side band. Output dari kedua bandpass filter yang memproses sinyal-sinyal I_h , Q_h dan sinyal sinkronisasi dari NTSC encoder mencatu time-multiplexed color encoder (switch) yang memberikan sinyal tambahan untuk perbaikan resolusi krominan, C' . Switch menghubungkan sinyal I_h dan Q_h ke mixer. Frekuensi carrier, adalah input kedua dari mixer yang mempunyai frekuensi sebesar $f_o = 288 f_h = 4,53 \text{ MHz}$. Tone burst dari frekuensi f_o dimasukkan dalam interval vertikal untuk keperluan referensi fasa pada penerima. Bandpass filter pada output modulator hanya memilih sinyal hasil penjumlahan, C' , yang mempunyai range frekuensi 5 MHz hingga 6,5 MHz.

Fungsi NTSC encoder adalah memberikan sinyal sinkronisasi pada line-select control untuk pemrosesan krominan frekuensi tinggi, dan memberikan sinyal sub pembawa warna untuk pemrosesan luminan frekuensi tinggi.

Translasi dan inversi frekuensi sinyal luminan frekuensi tinggi dilakukan dengan memfilter sinyal luminan 7,5 MHz dengan menggunakan high pass filter untuk memproduksi Y_h . Y_h ini diumpankan ke mixer dan dimodulasi double side-band suppressed carrier. Sinyal pembawa untuk modulator mempunyai frekuensi (f_c) sebesar : $f_c = 3,5 f_{sc}$
 $= 3185 (f_h / 4) = 12,53 \text{ MHz}$

Sub pembawa warna f_{sc} , dapat diperoleh dari NTSC encoder dan dapat digunakan untuk menurunkan f_c seperti ditunjukkan pada persamaan di atas. Tone burst dari f_c disisipkan pada interval vertikal untuk referensi fasa pada penerima. Bandpass filter pada output mixer hanya melewatkan frequency inverted lower-side band, Y' . Sinyal C' yang telah di-time multiplex disisipkan pada sinyal Y' .

Bagian adder berfungsi untuk membentuk sinyal HDTV komposit dengan menjumlahkan sinyal Y' , sinyal C' dan sinyal output NTSC encoder. Informasi audio telah dijumlahkan terlebih dahulu dengan metode yang sama pada sistem konvensional. Sedangkan sub pembawa tambahan untuk fasilitas suara multi kanal dan teletext dijumlahkan pada sinyal baseband HDTV.



GAMBAR 4-17 36)

DIAGRAM BLOK ENCODER HDTV - SLSC

IV. 2. 5. PROSES DECODING SINYAL HDTV - SLSC DASAR

Diagram blok decoder untuk proses decoding sinyal gambar HDTV-SLSC ditunjukkan pada gambar 4-19 . Sinyal input decoder datang dari video detector, yaitu rangkaian penerima di antara antena dan decoder. Karena sinyal komposit HDTV-SLSC terbentuk dari tiga bagian yang terpisah, maka setiap bagian tersebut harus di-decode.

36) Ibid. hal. 2101

Sinyal krominan frekuensi tinggi di-decode dengan memisahkan sinyal tersebut terlebih dahulu dari sinyal komposit dengan menggunakan bandpass filter 5,0 - 6,5 MHz. Tetapi sinyal ini masih di-time multiplex pada output single side band demodulator, dan output ini diumpankan pada time-multiplexed decoder. Time-multiplexed decoder ini terdiri dari sebuah delay line yang menyediakan penyimpanan satu garis horisontal informasi warna dan beberapa switch seperti yang ditunjukkan pada gambar. Fungsi time-multiplexed decoder adalah membentuk kembali deretan sinyal I_h dan Q_h .

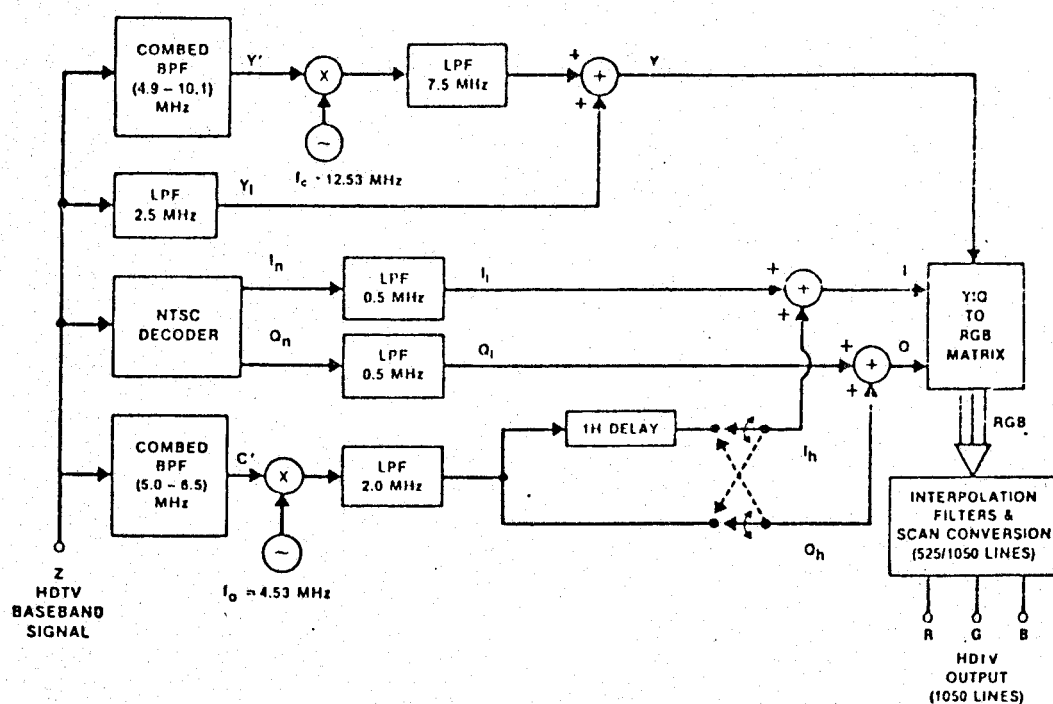
NTSC decoder menyediakan sinyal I dan Q normal, yang disebut I_l dan Q_l atau bagian frekuensi rendah dari sinyal krominan HDTV-SLSC (0 - 0,5 MHz). I_l dan Q_l dijumlahkan dengan I_h dan Q_h untuk membentuk sinyal I dan Q yang lengkap sebesar 2 MHz.

Sinyal luminan frekuensi tinggi dilewatkan melalui bandpass filter 4,9 - 10,1 MHz dan diumpankan ke mixer. Frekuensi input carrier pada mixer adalah 3,5 fsc, yang diperoleh dari sub pembawa warna yang disediakan oleh NTSC decoder. Output demodulator difilter dengan menggunakan low pass filter dengan frekuensi cutoff 7,5 MHz.

Sinyal resultan Y_h' yang mempunyai spektrum 2,5 - 7,5 MHz dijumlahkan pada sinyal luminan frekuensi

rendah 0 - 2,5 MHz yang diperoleh dengan melewati sinyal komposit HDTV - SLSC melalui sebuah low pass filter dengan frekuensi cutoff 2,5 MHz. Output dari adder tersebut berupa sinyal luminan Y.

Sinyal I dan Q yang dihasilkan diproses secara matrix untuk membentuk sinyal-sinyal perbedaan warna R-Y, G-Y dan B-Y. Selanjutnya sinyal-sinyal perbedaan warna



GAMBAR 4 - 18

DIAGRAM BLOK DECODER HDTV - SLSC.

34) T. S. Rzeszewski, A Compatible HDTV System, The Bell System Technical Journal, Vol. 62, NO. 7, September 1983, hal. 2010

tersebut dijumlahkan dengan sinyal Y untuk menghasilkan sinyal R, G, B 525 garis.

Untuk mendapatkan perbaikan resolusi vertikal, sinyal R, G, B 525 garis tersebut diproses dalam rangkaian vertical resolution improvement. Rangkaian tersebut terdiri dari sebuah scan converter dan filter-filter interpolasi, yang akan mengkonversi sinyal R, G, B 525 garis menjadi sinyal R, G, B 1050 garis.

IV. 2. 6. RESOLUSI VERTIKAL HDTV - SLSC DASAR

Penambahan resolusi vertikal pada SLSC diwujudkan dengan menaikkan Kell factor menjadi satu ($K=1$). Hal ini dicapai dengan proses vertical prefiltering yang dilakukan sebelum konversi sinyal 1050 garis menjadi 525 garis. Dengan 21 garis dalam setiap interval vertikal (N_v), maka dengan persamaan berikut didapat resolusi vertikal (R_v) :

$$R_v = K (N_t - 2 N_v) \dots\dots\dots (4-1)$$

$$R_v = 1 (525 - 2 \cdot 21) = 483 \text{ garis}$$

IV. 2. 7. RESOLUSI HORIZONTAL HDTV - SLSC DASAR

Resolusi horizontal dihitung dari persamaan (2-2). Dengan waktu garis aktif (T_a) sebesar 53,5 mikro detik, aspect ratio (AR) 4:3 dan bandwidth sinyal luminan (B) 7,5 MHz, maka resolusi horizontal untuk sistem SLSC adalah :

$$R_h = 2 T_a B / AR \dots\dots\dots (4-2)$$

$$R_h = \frac{2 \cdot 53,5(\mu s) \cdot 7,5(MHz)}{4/3} = 600 \text{ garis}$$

IV. 2. 8. PROSES PENURUNAN CROSSTALK PADA SISTEM HDTV - SLSC

Pengurangan crosstalk dilakukan pada decoder dengan menggunakan comb filter pada band pass filter yang memfilter sinyal Y' dari 4,9 MHz hingga 6,4 MHz. Sinyal krominan yang disisipkan pada bagian atas dari Yh 1,5 MHz dihilangkan seluruhnya. Low pass filter 2,5 MHz digunakan untuk membangkitkan Yl yang menghilangkan semua sinyal krominan pada sinyal standar NTSC. Sisa-sisa sinyal In dihilangkan dengan mengeluarkan sinyal-sinyal krominan yang tersisip antara band 2 MHz dan 2,5 MHz.

Dengan demikian sinyal krominan (Y) benar-benar bebas dari sinyal krominan, sehingga tidak terjadi interferensi cross luminance.

Interferensi cross chrominance dikurangi dengan menggunakan low pass filter 0,5 MHz pada output NTSC decoder. Low pass filter ini berfungsi untuk membatasi sinyal-sinyal In dan Qn yang mempunyai frekuensi di bawah 0,5 MHz. Bagian atas sinyal krominan 1,5 MHz disisipkan dalam bagian amplitudo terendah dari sinyal Y' yang mempunyai potensi crosstalk minimum.

Chroma-to-chroma crosstalk dikurangi dengan time-multiplexing sinyal I_h dan Q_h , sehingga yang tinggal hanyalah potensi untuk interferensi I_l dan Q_l .

IV. 2. 9. SISTEM SLSC-ART

Sistem SLSC-HDTV dasar yang pertama kali dikembangkan mempunyai aspect ratio 4:3. Untuk meningkatkan aspect ratio tanpa menimbulkan pertambahan bandwidth transmisi melebihi 12 MHz, maka dilakukan modifikasi pada encoder-decoder sistem SLSC dasar.

Modifikasi terhadap encoder dan decoder sistem SLSC dasar ini dilakukan dengan menerapkan teknik-teknik gating, time-expansion dan time-compression, untuk menyisipkan informasi tambahan dalam interval horisontal dari Y' dan C' .

IV. 2. 10. GATING

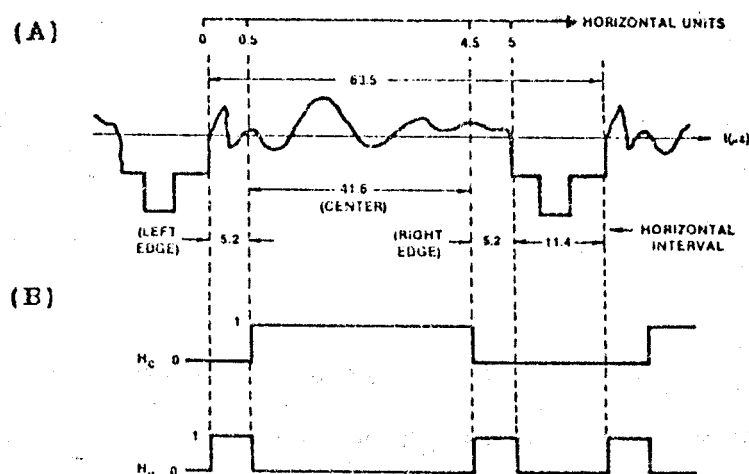
Untuk tujuan temporal alignment, maka didefinisikan sinyal gate control (G) yang disinkronisasi dengan interval horisontal NTSC sebagai berikut :

- $G=0$, setiap 11 mikro detik selama interval horisontal.
- $G=1$, setiap 52,5 mikro detik selama waktu aktif NTSC.

Juga didefinisikan \bar{G} sebagai komplemen dari G.

Diasumsikan bahwa sinyal input Y,I,Q mempunyai bandwidth 9,4 MHz dan sudah dalam format aspect ratio 5:3, seperti ditunjukkan pada gambar 4 - 17.

Untuk mendekomposisi sinyal Y,I,Q ini, perlu didefinisikan dua sinyal gate control tambahan H_c dan H_e . Sinyal gate control ini periodik dengan laju pengulangan 15,75 KHz. Bentuk sinyal gate control H_c dan H_e ditunjukkan pada gambar 4 - 19.



GAMBAR 4-18 38)

TEKNIK PERBAIKAN ASPECT RATIO

- A. FORMAT SINYAL GAMBAR DENGAN ASPECT RATIO 5:3
- B. CONTROL SIGNAL

38) Ibid. hal. 100

Sinyal video kompatibel (V) dapat dibangkitkan dengan menahan (gating) sinyal Y, I, Q dengan menggunakan sinyal Hc dan kemudian memprosesnya secara time-expanding dengan faktor $5/4$.

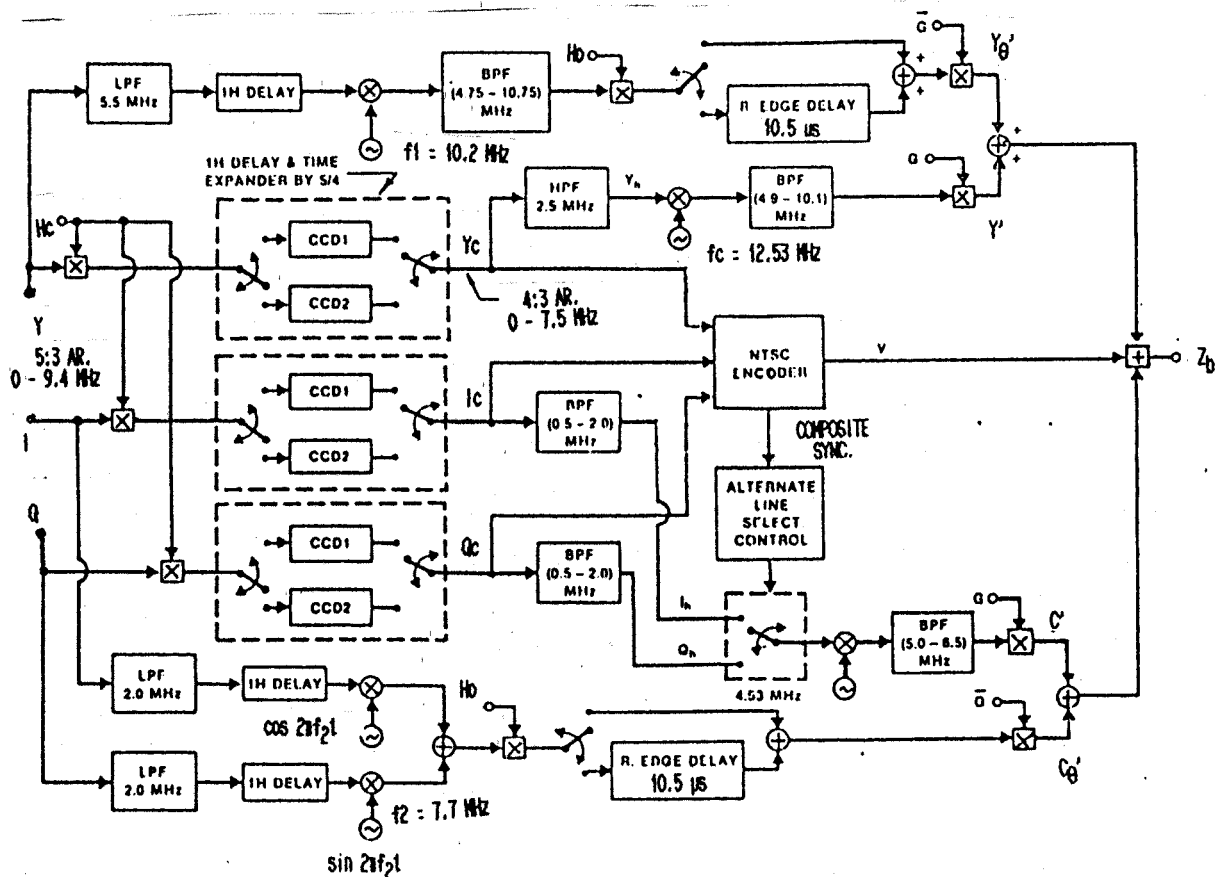
Delay 1 H ditempatkan pada ketiga ujung lintasan masing-masing sinyal untuk mengkompensasi delay yang disebabkan oleh time-expanding.

Setelah di-time expansion dengan faktor $5/4$, waktu garis aktif tengah (center active time) menjadi 52,2 mikro detik, bandwidth menjadi $5/4$, dan aspect ratio menjadi 4:3.

IV. 2. 11. PROSES ENCODING PADA SLSC - ART

Diagram blok encoder SLSC-ART ditunjukkan pada gambar 4 -20. Di sini sinyal Ic dan Qc ditransmisikan sebagai sinyal Quadrature Amplitude Modulation (QAM), yang disisipkan dalam sinyal Yc dalam interval horisontal dari kanal bagian atas. Sedangkan sinyal Ye ditransmisikan sebagai sinyal VSB-AM.

Untuk keperluan temporally align, sinyal panel tengah (center-panel) dan sinyal panel samping (side-panel), maka sinyal panel samping kanan harus ditunda 10,5 mikro detik dan sinyal gate control G dan \bar{G} digunakan sebelum proses time-sharing kanal atas.

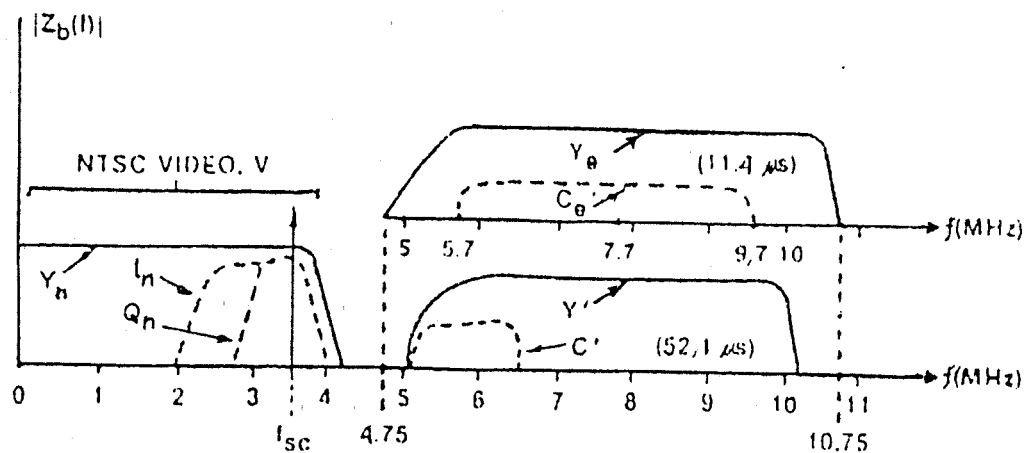


GAMBAR 4-20 39)

DIAGRAM BLOK ENCODER SLSC - ART

Spektrum sinyal baseband yang dihasilkan oleh sistem SLSC-ART ditunjukkan pada gambar 4 - 21. sebagai sinyal $|Z_b(f)|$. Pada gambar terlihat digunakan dua penempatan spektrum pada kanal atas yang menunjukkan time-multiplexing.

39) J.L. Lo Cicero, M. pazarci, Compatible HDTV System (SLSC) With Chrominance and Aspect Ratio Improvements, SMPTE Journal, Vol. 94, May 1985, hal. 547



GAMBAR 4-21 40)

SPEKTRUM SINYAL BASEBAND OUTPUT SLSC - ART

IV. 2. 12. RESOLUSI HORIZONTAL SISTEM SLSC - ART

Sistem SLSC-ART2 menampilkan resolusi horizontal yang berbeda untuk sinyal-sinyal luminan panel tengah, sinyal luminan panel samping dan sinyal krominan.

IV. 2. 12. 1. RESOLUSI HORIZONTAL CENTER LUMINANCE

Dengan aspect ratio (AR) 5:3 dan waktu garis aktif horizontal (T_a) 52,5 mikro detik dan bandwidth center luminance sebesar 9,4 MHz, maka resolusi horizontal untuk center luminance adalah :

$$\begin{aligned}
 R_h (\text{center luminance}) &= \frac{2 \cdot 52,5 (\mu s) \cdot 9,4 (\text{MHz})}{5/3} \\
 &= 592 \text{ garis}
 \end{aligned}$$

40) Ibid. hal. 549

IV. 2. 12. 2. RESOLUSI HORIZONTAL EDGE LUMINANCE

Bandwidth sinyal baseband edge luminance adalah 5,5 MHz, maka resolusi horizontal untuk luminan panel samping (edge luminance) adalah :

$$\begin{aligned} Rh \text{ (edge luminance)} &= \frac{2 \cdot 2,52(\mu s) \cdot 5,5(\text{MHz})}{5/3} \\ &= 347 \text{ garis} \end{aligned}$$

IV. 2. 12. 3. RESOLUSI HORIZONTAL CHROMINANCE

Sinyal center chrominance I dan Q yang dipancarkan adalah sebesar 2,5 MHz, dan sinyal edge chrominance yang dipancarkan sebesar 2 MHz. Maka resolusi horizontal dari center chrominance dan edge luminance dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1-1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Rh \text{ (center chrominance)} &= \frac{2 \cdot 52,5(\mu s) \cdot 2,5(\text{MHz})}{5/3} \\ &= 158 \text{ garis} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rh \text{ (edge chrominance)} &= \frac{2 \cdot 52,5(\mu s) \cdot 2(\text{MHz})}{5/3} \\ &= 126 \text{ garis} \end{aligned}$$

IV. 2. 14. PROSES DECODING PADA SLSC - ART

Proses decoding sinyal baseband Zb pada sistem SLSC-ART2 dicapai dengan melakukan proses-proses yang

berkebalikan dengan proses encoding, yaitu dengan teknik time compression, untuk membentuk kembali sinyal Y, I, Q dalam format aspect ratio 5:3.

BAB V

SISTEM HDTV DI JEPANG

V. 1. UMUM

Sistem HDTV di Jepang pertama kali dikembangkan oleh NHK (Japan Broadcasting Corporation) pada tahun 1968. Hingga saat ini NHK Jepang telah menciptakan sistem HDTV secara lengkap, baik penetapan standar studio, standar produksi, sistem sinyal dan transmisi, serta berbagai perangkat keras HDTV - nya.

Hal yang utama bagi Jepang adalah mendapatkan sistem HDTV dengan kualitas gambar yang sangat baik tetapi dapat ditransmisikan dengan bandwidth transmisi sekecil mungkin, mendekati bandwidth transmisi televisi konvensional. Dalam mengembangkan sistem sinyal dan transmisi ini, telah dikembangkan sistem HLO - PAL (Half Line Offset - PAL), sistem TCI (Time Compressed Integration), dan sistem MUSE (Multiple Sub Nyquist Sampling Encoding). MUSE inilah yang menjadi ciri khas dari HDTV Jepang.

HDTV yang telah dikembangkan NHK Jepang dengan menggunakan MUSE ini adalah sistem Hi-Vision, sistem Narrow-MUSE, sistem NCM-6 dan sistem NCM-9.

V. 2. PARAMETER DASAR UNTUK SISTEM HDTV JEPANG

Sumber sinyal yang berasal dari kamera HDTV adalah sinyal R, G, B yang masing-masing mempunyai bandwidth sebesar 20 MHz. Sinyal ini selanjutnya akan diproses menjadi sinyal luminan (Y) dan sinyal krominan untuk ditransmisikan. Sinyal luminan (Y) mempunyai bandwidth sebesar 20 MHz, sedangkan sinyal krominan terdiri dari dua bagian, yaitu sinyal krominan pita lebar (Cw) dengan bandwidth 7,0 MHz, dan sinyal krominan pita sempit (Cn) dengan bandwidth 5,5 MHz.

Jumlah garis pengulasan untuk sistem HDTV Jepang adalah 1125 garis per field yang diulas secara interlaced 2 : 1.

Parameter-parameter dasar untuk sistem HDTV Jepang ditunjukkan pada tabel 5 - 1 di bawah ini.

TABEL 5 - 1 ⁴¹⁾

PARAMETER DASAR SISTEM HDTV JEPANG

scanning line	1125
Aspect ratio	5 : 3
Sistem scanning	2 : 1
field frequency	60 Hz
frame frequency	30 Hz

⁴¹⁾ T. Fujio, High Definition Wide screen Television System for the future, IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 34, No. 3, December 1980, hal. 115

V. 3. SISTEM TRANSMISI DAN PENYIARAN HDTV JEPANG

Teknologi transmisi sinyal untuk HDTV dapat dibedakan menjadi dua kategori. Satu mencakup transmisi sinyal antara stasiun-stasiun penyiaran (transmisi inter-station), sedangkan yang lain mencakup penyiaran HDTV untuk masyarakat umum. Dua golongan in masing-masing mempunyai karakteristik dan keperluan teknis yang berbeda-beda.

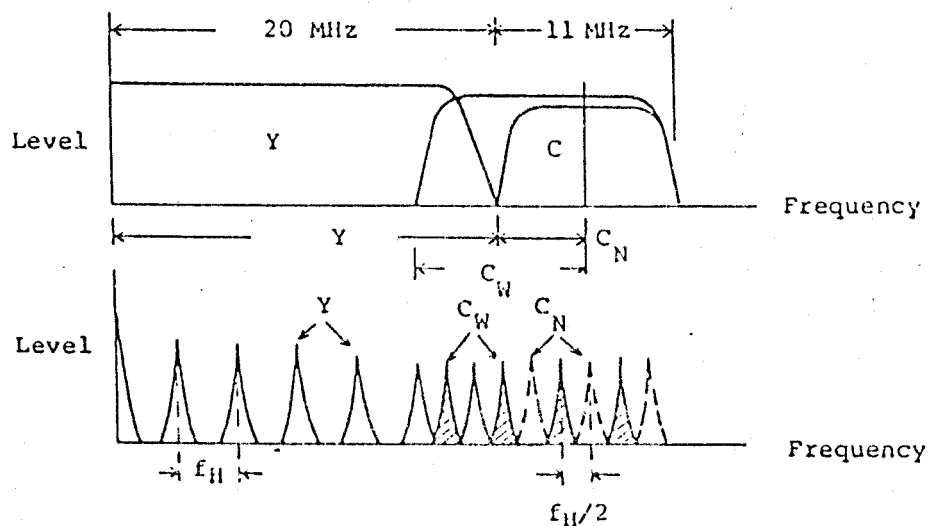
Sistem transmisi inter-station dikehendaki untuk menyalurkan gambar berkualitas tinggi dengan mengijinkan penggunaan bandwidth transmisi yang lebar. Di lain pihak, untuk tujuan penyiaran ke masyarakat umum bandwidth transmisi yang digunakan harus terbatas dan sempit.

V. 3. 1. SISTEM BASEBAND HLO - PAL UNTUK TRANSMISI INTER-STATION

Sistem HLO - PAL (Half - Line Offset PAL) sebenarnya dikembangkan untuk broadcasting dengan menggunakan bandwidth transmisi yang lebar. Bandwidth total sinyal HLO - PAL adalah 30 MHz. Distribusi spektrum dari sinyal HLO - PAL ditunjukkan pada gambar 3 - 1.

Untuk menghemat bandwidth transmisi sinyal HLO - PAL dibentuk secara multipleks frekuensi sehingga dapat menyalurkan sinyal R, G, B masing-masing 30 MHz dalam bentuk sinyal baseband 30 MHz. Komponen luminan dan komponen lower sideband dari sinyal pembawa Cw

dimultipleks pada daerah frekuensi yang lebih tinggi. Komponen krominan C_W dan C_N dimultipleks pada daerah frekuensi ruang vertikal. Dengan format sinyal HLO - PAL crosstalk antara komponen-komponen krominan dan crosstalk antara komponen krominan dan luminan menjadi sangat kecil.



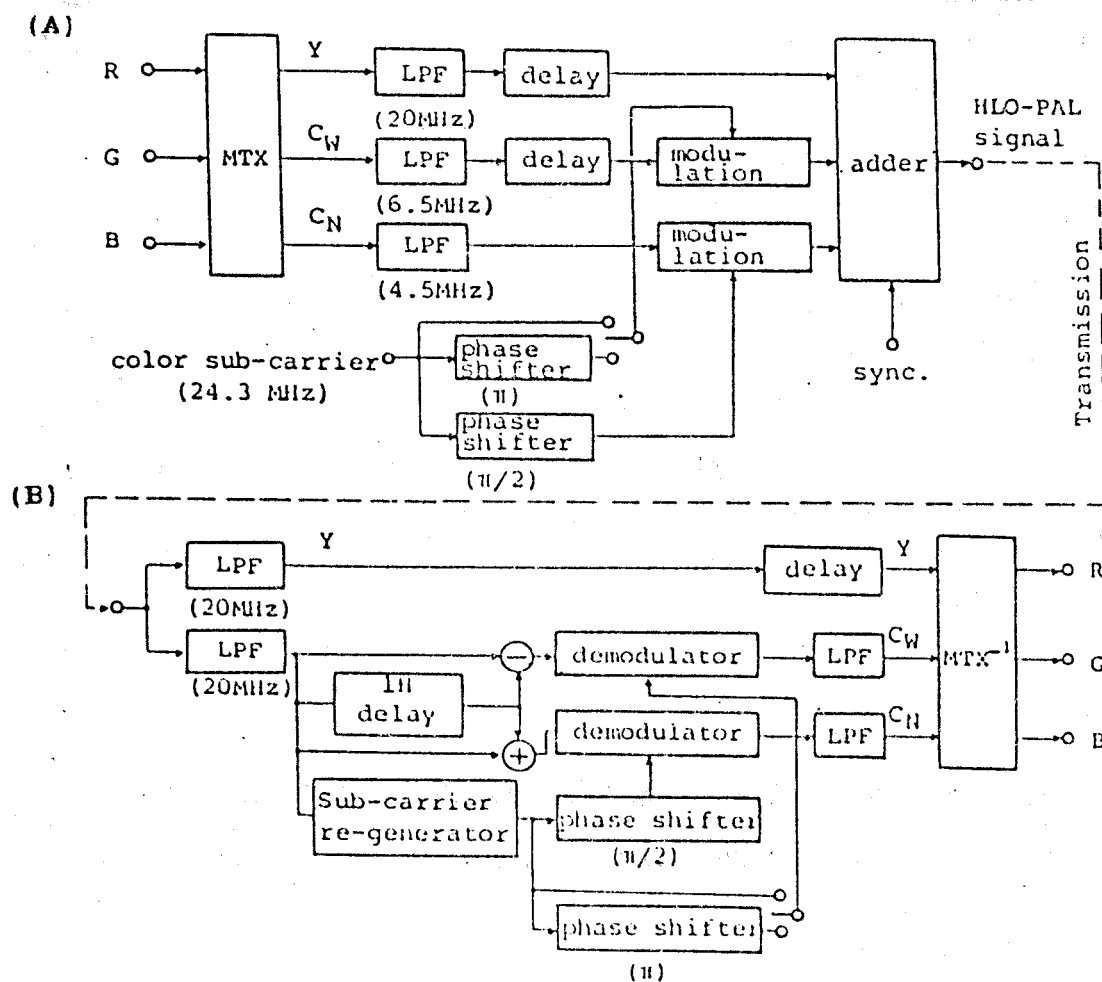
GAMBAR 5-1 ⁴²⁾

SPEKTRUM SINYAL HLO - PAL

Diagram blok skematis dari encoder dan decoder HLO-PAL ditunjukkan pada gambar 5 - 2. Encoder dan decoder HLO PAL mempunyai konfigurasi yang relatif sederhana, dan format sinyalnya sesuai untuk transmisi AM. Format sinyal ini tidak cocok untuk transmisi FM karena adanya subcarrier, sehingga efisiensi transmisinya rendah.

⁴²⁾ Y. Minomiya, Transmission and Broadcasting System for HDTV, presented at NBE HDTV Engineering Seminar, April 1985, hal. 8.12

Sistem HLO - PAL ini telah digunakan dalam EXPO '85 sebagai transmisi link untuk sinyal HDTV.



GAMBAR 5 - 2 43)

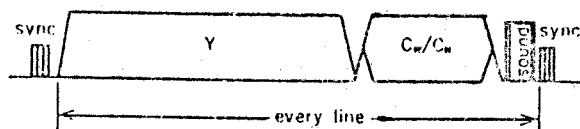
- A. DIAGRAM BLOK SKEMATIS ENCODER HLO - PAL
 B. DIAGRAM BLOK SKEMATIS DECODER HLO - PAL

43) Ibid. hal. 8.12

V. 3. 2. SISTEM BASEBAND TCI (TIME COMPRESSED INTEGRATION)

Pada sistem TCI deretan garis sinyal warna dikompresi waktu (time compressed) dan dimultipleks secara TDM pada interval horizontal blanking dari sinyal luminan. Sinyal transmisi tanpa subcarrier ini cocok untuk sistem transmisi FM.

Bentuk spektrum dari sinyal TCI - Line Sequential Chrominance (TCI-LSC) ditunjukkan pada gambar 5 - 3. Sinyal ini menghasilkan crosstalk antara komponen-komponen krominan, dan crosstalk antara komponen krominan dan luminan yang sangat kecil dibanding dengan sinyal komposit seperti yang digunakan pada televisi konvensional. Bandwidth sinyal baseband TCI ini adalah sebesar 20 MHz.



GAMBAR 5 - 3 ⁴⁴⁾

SPEKTRUM SINYAL BASEBAND TCI

⁴⁴⁾ T. Fujio, op.cit. 650

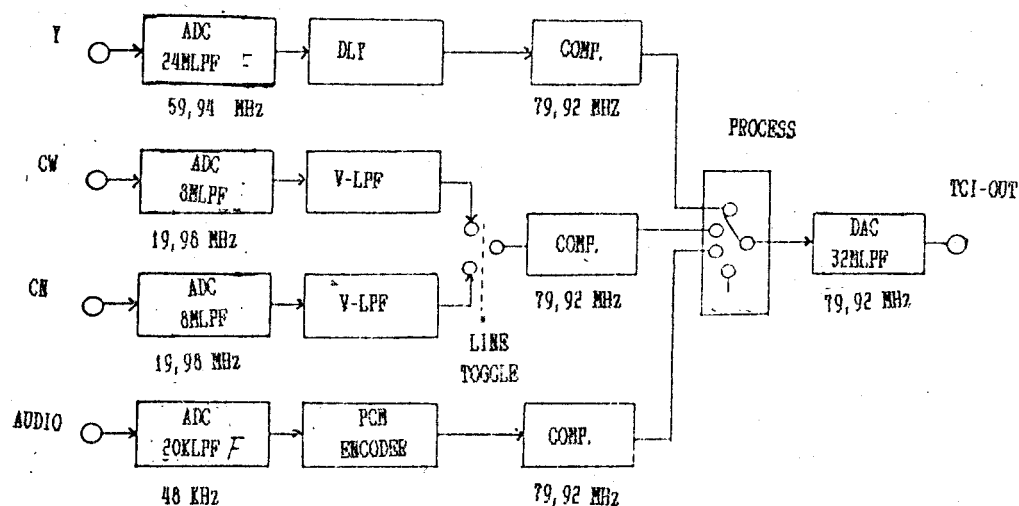
Diagram blok skematis dari encoder dan decoder sistem TCI ditunjukkan pada gambar 5 - 4. Pada encoder dan decoder TCI telah banyak dipergunakan perangkat-perangkat digital untuk proses-proses kompresi sinyal.

V. 3. 3. SISTEM TRANSMISI MUSE

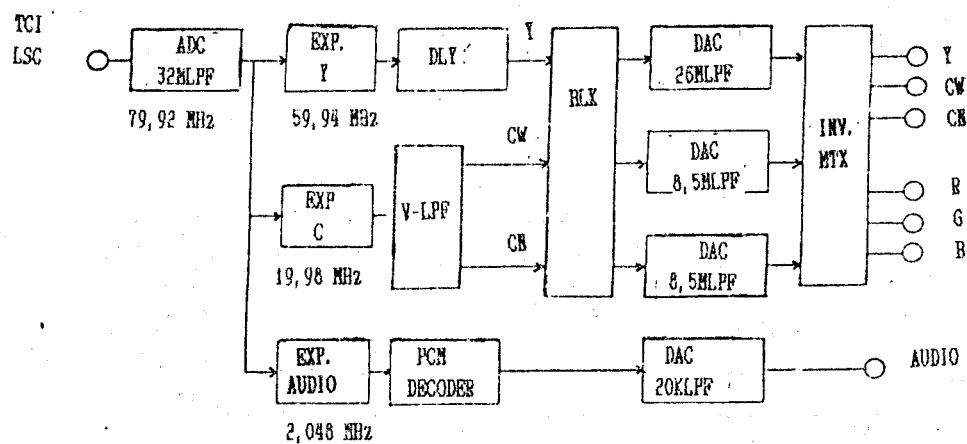
Sistem MUSE (Multiple Sub Nyquist Sampling Encoding) merupakan sistem transmisi yang menerapkan metode kompresi bandwidth. Dengan menggunakan MUSE ini bandwidth transmisi HDTV yang semula 20 MHz (pada sistem TCI) dapat ditekan menjadi 8,1 MHz.

Pada sistem MUSE, sinyal dari tiap-tiap field gambar ditransmisikan dalam bentuk empat field gambar secara sequential. Keempat field gambar tersebut masing-masing terdiri dari elemen-elemen gambar yang disampel pada posisi yang berlainan. Setelah sampai pada penerima keempat bagian field tersebut akan direkonstruksi kembali menjadi bentuk semula. Prinsip dasar sistem transmisi MUSE ini ditunjukkan pada gambar 5 - 5.

Sistem MUSE ini pertama kali dikembangkan untuk penyiaran melalui satelit, tetapi dalam pengembangan selanjutnya juga diterapkan pada transmisi terrestrial dan transmisi melalui kabel.



(A)

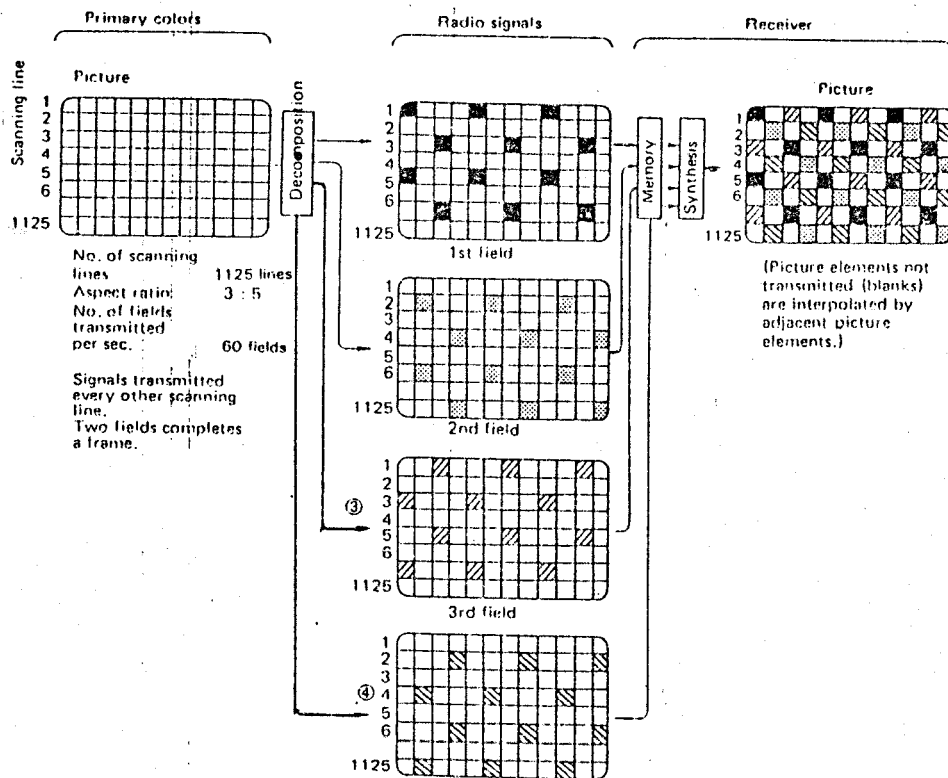


(B)

GAMBAR 5 - 4 45)

- A. DIAGRAM BLOK SKEMATIS ENCODER TCI
 B. DIAGRAM BLOK SKEMATIS DECODER TCI

45) Hiroshi Watanabe, Transmission Equipment, presented at Higher Definition Television System, Kuala Lumpur, June 1988, hal.10



GAMBAR 5 - 5 46)\f

PRINSIP DASAR SISTEM TRANSMISI MUSE

V. 4. SISTEM HDTV - MUSE (HI - VISION)

V. 4. 1. PRINSIP DARI SISTEM MUSE

Sistem MUSE merupakan sistem transmisi analog yang berdasarkan metode dot-interlace sampling. Dalam sistem MUSE, gambar diproses menurut gerakan gambar. Untuk bagian gambar bergerak digunakan sistem line offset subsampling,

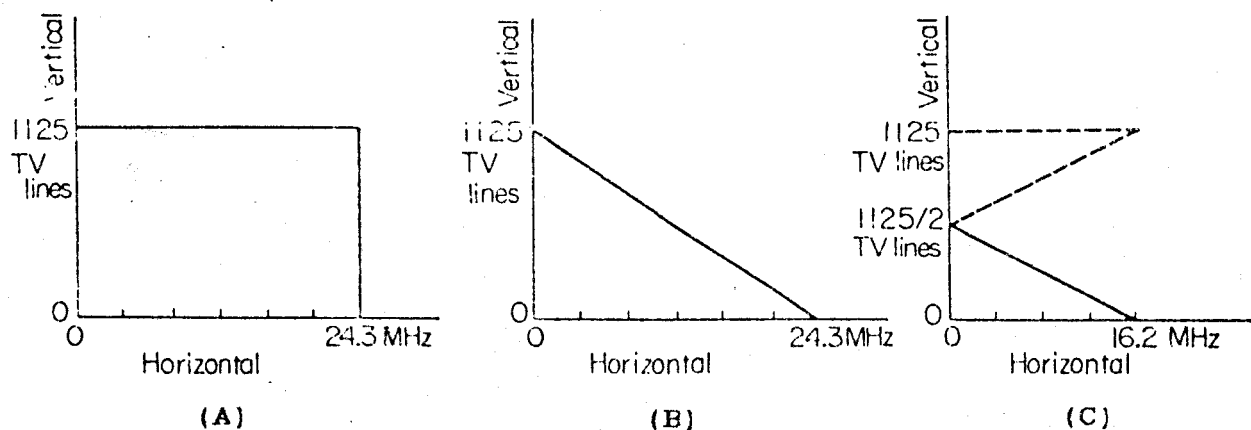
46) S. Izumikawa, Moving Closer to HDTV Scanning Density Improve Picture Quality, ASU, September 1985, hal. 100

dan untuk bagian gambar bergerak digunakan sistem frame offset subsampling dan field offset subsampling. Sistem-sistem ini mempunyai pola-pola sampling resultan yang sama. Hal ini penting, karena deteksi gerakan gambar yang diperlukan untuk pergantian pemrosesan antara bagian gambar bergerak dan bagian gambar diam, akan dilakukan dalam encoder dan decoder secara terpisah. Jika pola-pola sampling berbeda, maka akan terjadi penurunan kualitas gambar pada saat hasil deteksi gerakan dalam encoder dan decoder tidak sama. Jika pola-pola sampling sama, maka tidak terjadi pengaruh yang buruk dari ketidakselarasan deteksi gerakan. Karakteristik sistem Hi-Vision ditunjukkan pada tabel 5-2.

Pola-pola sampling untuk bagian gambar diam dari sinyal Y adalah sebagai berikut :

- sampling asli : 48,6 MHz orthogonal.
- subsampling pertama : 24,3 MHz field offset.
- subsampling kedua : 16,2 MHz frame offset dan line offset.

Untuk bagian gambar bergerak, hanya subsampling kedua yang digunakan. Daerah yang dapat ditransmisikan dari ruang frekuensi dua dimensi ditunjukkan pada gambar 5 - 6. Prefilter yang mempunyai karakteristik seperti yang ditunjukkan dalam gambar digunakan untuk bagian gambar bergerak dan bagian gambar diam.

GAMBAR 5 - 6 ⁴⁷⁾

DAERAH SINYAL Y YANG DAPAT DITRANSMISIKAN
DARI METODE SAMPLING

- A. ORIGINAL SAMPLING
- B. INTER-FRAME DAN INTER-FIELD INTERPOLATION
(UNTUK DAERAH GAMBAR DIAM)
- C. INTRA-FIELD INTERPOLATION
(UNTUK DAERAH GAMBAR DIAM)

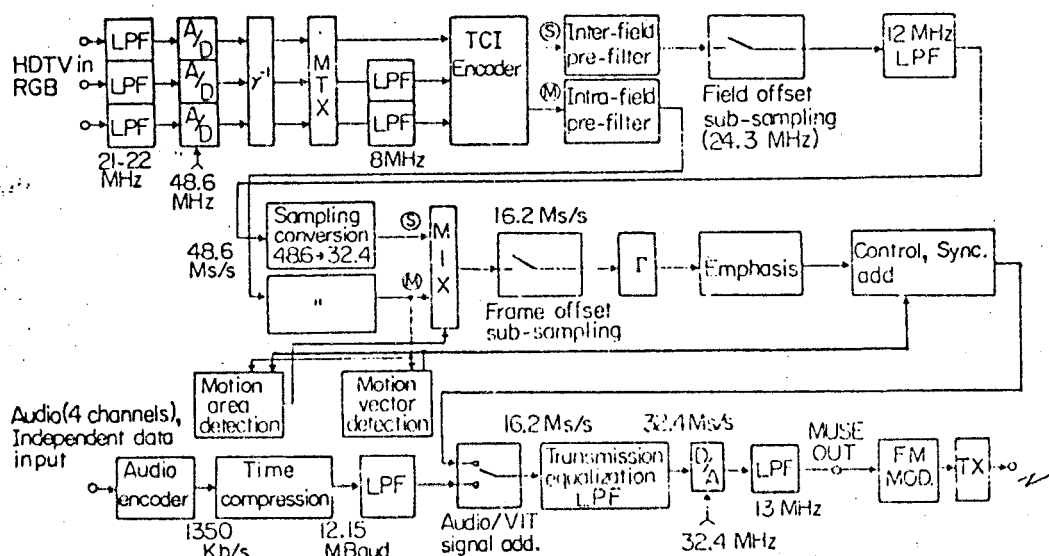
V. 4. 2. GARIS BESAR PROSES ENCODING PADA SISTEM MUSE

Diagram blok encoder dari sistem MUSE ditunjukkan pada gambar 5-7. Gambar ini menunjukkan sistem pembentukan sinyal gambar secara keseluruhan.

Pada input encoder, sinyal HDTV RGB diformat dalam bentuk linier dengan proses anti-gamma. Dengan menggunakan proses matrix, sinyal-sinyal dikonversikan menjadi komponen sinyal luminan (Y) dan dua komponen

⁴⁷⁾ Y. Nishimura, A Single Channel Satellite Transmission System for HDTV, IECE Journal, Vol. 368, No. 4, 1985, hal 647

Krominan ini kemudian dibentuk dalam format TCI (Time Compressed Integration).



GAMBAR 5-7 48)

DIAGRAM BLOK ENCODER MUSE

Sinyal-sinyal TCI diproses dalam dua cara, yaitu untuk bagian gambar diam dan bagian gambar bergerak. Untuk bagian gambar bergerak prosesnya cukup sederhana. Prefilter dengan karakteristik seperti ditunjukkan pada gambar 5-6 c. Digunakan untuk line offset subsampling. Karena dalam hal ini digunakan frekuensi sampling 48,6 MHz maka diperlukan pula konversi frekuensi sampling.

48) Ibid. hal. 649

TABEL 5-2 ⁴⁹⁾

KARAKTERISTIK SISTEM HI-VISION

System		Motion-compensated multiple subsampling system (Multiplexing of C signal is TCI format.)
Scanning		1125/60 2 : 1
Bandwidth of transmission baseband signal		8.1 MHz (-6dB)
Resampling clock rate		16.2 MHz
Horizontal bandwidth	(Y)	20 ~ 22 MHz (for stationary portion of the picture) 12.5 MHz* (for moving portion of the picture)
	(C)	7.0 MHz (for stationary portion of the picture) 3.1 MHz* (for moving portion of the picture)
Synchronization		Positive digital sync
Audio and additional information		PCM multiplexed in VBLK using 4 ϕ DPSK (2048 Kb/s)
*Values of a prototype receiver: these values should be 16 MHz and 4 MHz, if a perfect digital two-dimensional filter could be used		

Untuk bagian gambar diam, digunakan filter dengan karakteristik seperti gambar 5-6 b untuk proses field offset subsampling. Sinyal bagian gambar diam di-field offset subsample pada frekuensi 24,3 MHz. Bagian frekuensi yang lebih tinggi dihilangkan oleh low pass filter 12 MHz, dan kemudian frekuensi sampling dikonversi menjadi 32,4 MHz.

⁴⁹⁾ H.P. Gaggioni, op. cit. hal 32

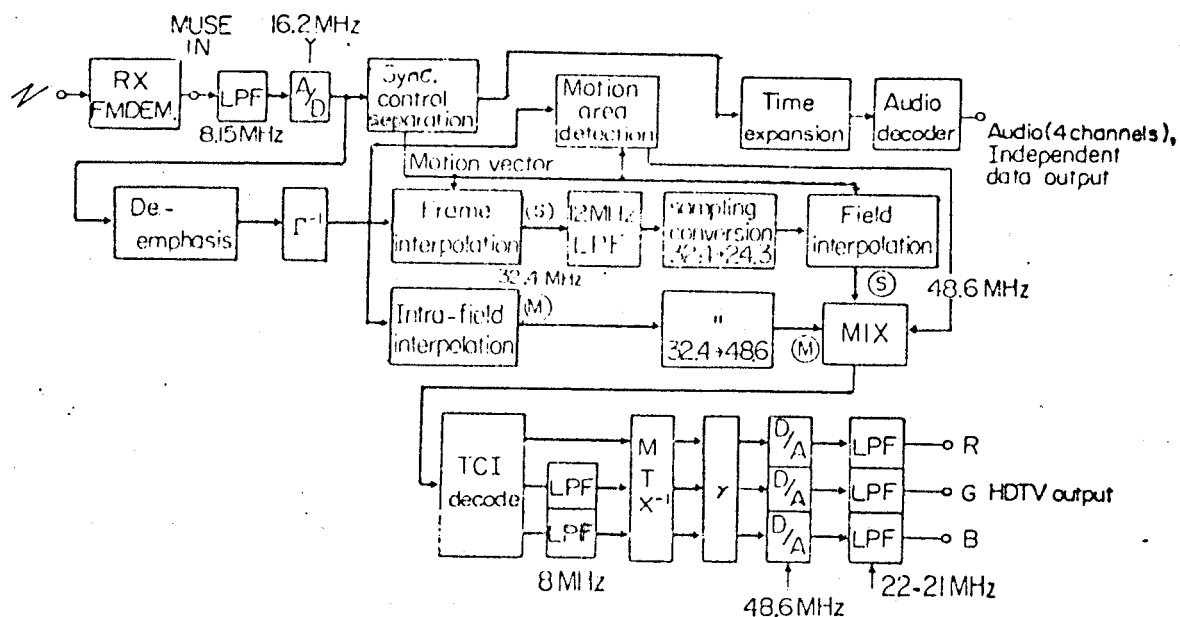
Sinyal untuk bagian gambar diam dan sinyal untuk bagian gambar bergerak tersebut dikombinasikan menurut derajat gerakan. Sinyal di-subsample lagi dengan frekuensi sampling 16,2 MHz untuk membentuk sinyal MUSE.

Sinyal MUSE ini merupakan sinyal linier. Guna mengurangi terjadinya noise pada daerah gelap, maka sinyal MUSE ini diproses secara non-linier. Pemrosesan secara non-linier ini disebut dengan transmisi gamma. Selanjutnya sinyal di-preemphasis, dan dimultiplex dengan sinyal kontrol, sinyal sinkronisasi dan sinyal suara digital.

Sinyal suara dimultipleks pada periode blanking vertikal dalam format ternary 12,15 MBaud. Kapasitas transmisinya sebesar 1350 Kbps, yang mana dapat membawa empat kanal suara berkualitas tinggi dan data digital 100 Kbps.

V. 4. 3. GARIS BESAR PROSES DECODING PADA SISTEM MUSE

Diagram blok decoder sistem MUSE ditunjukkan pada gambar 5-8. Sinyal MUSE yang telah didemodulasi diumpankan pada A/D Konverter. Dalam hal ini fase resampling memegang peranan yang penting. Setelah proses demultiplexing, sinyal suara, sinyal sinkronisasi dan sinyal kontrol diinterpolasi.



GAMBAR 5-8 50)

DIAGRAM BLOK DECODER MUSE

Proses interpolasi mempunyai dua cabang, seperti halnya pada encoder. Satu untuk bagian gambar bergerak dan yang lain untuk bagian gambar diam. Untuk bagian gambar bergerak, sinyal diinterpolasi dengan intra-field interpolator. Untuk bagian gambar diam, sinyal pertama kali diinterpolasi dengan menggunakan frame interpolator, yang memberikan sinyal dengan laju sampling 32,4 MHz. Setelah eliminasi frekuensi tinggi dengan menggunakan low

50) Y. Ninomiya, op. cit. hal. 651

pass filter 12 MHz, frekuensi sampling dikonversi menjadi 24,3 MHz guna melakukan interpolasi field. Kompensasi gerakan diterapkan pada interpolasi field dan interpolasi frame. Vektor gerakan dideteksi dalam encoder, dan ditransmisikan sebagai bagian data kontrol.

Kedua cabang sinyal dikombinasikan menurut derajat gerakan. Sinyal kemudian diumpankan pada TCI decoder, dimana komponen sinyal y dan komponen sinyal C diekstraksi. Selanjutnya, komponen-komponen sinyal ini diproses secara invers matrix untuk dibentuk menjadi sinyal dengan format R, G, B.

V. 4. 4. PROSES ENCODING SINYAL GAMBAR PADA SISTEM MUSE

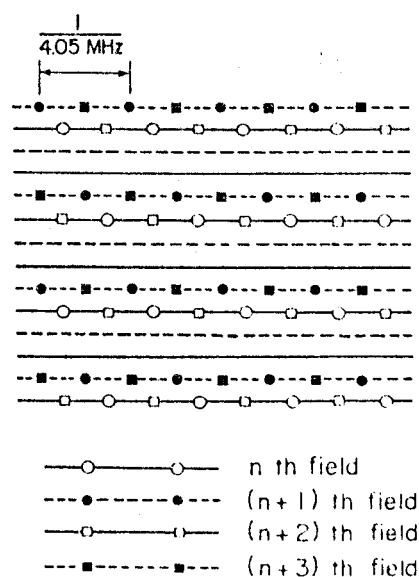
Hubungan antara aliran sinyal dan pola-pola sampling untuk sinyal Y ditunjukkan pada gambar 5-9. Frekuensi sampling asli adalah 48,6 MHz dengan pola orthogonal. Untuk bagian gambar bergerak, sinyal asli pertama-tama di-inter field offset subsample dengan clock 24,3 MHz yang mempunyai perubahan fase sesuai dengan perubahan field. Setelah pola-pola sampling kembali pada asalnya dengan interpolasi pada low pass filter 12 MHz, frekuensi sampling dikonversi menjadi 32,4 MHz. Akhirnya sinyal di-intra frame subsample dengan clock 16,2 MHz yang mempunyai perubahan fase sesuai dengan perubahan frame. Untuk bagian gambar bergerak, dilakukan proses inter-field

Process flow		
Moving area	Stationary area	
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">Original sampling</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">16 MHz LPF</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">48→32MHz sampling conversion</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Line offset sub-sampling</div> </div> <div style="width: 45%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">Field-offset sub-sampling</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">12 MHz LPF</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">48→32MHz sampling conversion</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Frame offset sub-sampling</div> </div> </div>		<div style="margin-bottom: 20px;"> <p>—○— First field</p> <p>-·-·- Second field</p> <p>48.6 MHz</p> </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>24.3 MHz</p> </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>48.6 MHz</p> </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>32.4 MHz</p> </div> <div> <p>16.2 MHz(Invert by frame)</p> </div>

POLA SUBSAMPLING UNTUK SINYAL LUMINAN (Y)

51) Y. Ninomiya, Y. Ohtsuka, An HDTV Broadcasting System Utilizing Bandwidth Compression Technique, IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. BC-33, No. 4, December 1987, hal. 137

Pola subsampling sinyal C ditunjukkan pada gambar 5-10. Sampling asli mempunyai pola orthogonal dan mempunyai frekuensi 16,2 MHz. Subsampling pertama adalah inter field offset dan yang kedua adalah inter frame offset. Karena sinyal C dimultipleks secara deretan garis, maka pola subsampling mempunyai pola frame dan pola 2 garis.

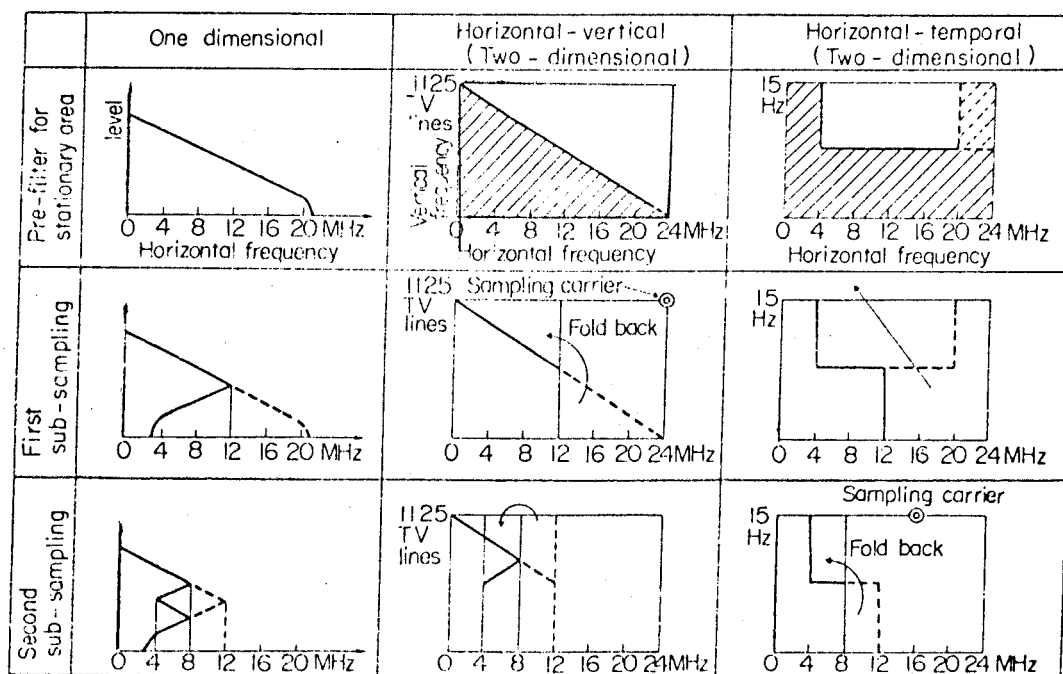


GAMBAR 5-10 ⁵²⁾

POLA SUBSAMPLING UNTUK SINYAL KROMINAN (C)

Gambar 5-11 menunjukkan daerah yang dapat ditransmisikan dan spektrum aliasing untuk bagian gambar diam sinyal Y. Frekuensi vertikal dihadirkan oleh unit-

⁵²⁾ Ibid. hal. 137



GAMBAR 5-11 53)

DAERAH SINYAL Y YANG DAPAT DITRANSMISIKAN

unit garis televisi frame penuh. Daerah terarsir merupakan daerah yang dapat ditransmisikan untuk bagian stasioner sinyal Y. Daerah yang dibatasi oleh garis putus-putus dan daerah terarsir dapat ditransmisikan,

53) Ibid. hal 138

tetapi sinyal input tidak mempunyai komponen di daerah ini. Komponen ini harus dihilangkan, karena noise input menyebabkan terjadinya aliasing pada daerah frekuensi rendah. Sebelum proses subsampling, sinyal input harus dibatasi bandwidthnya terlebih dahulu dengan proses prefilter. Pass-band untuk proses prefilter tersebut ditunjukkan pada gambar 5-10.

Setelah proses subsampling pertama, komponen 12,15 MHz yang dihasilkan menyebabkan terjadinya aliasing pada daerah frekuensi tinggi dalam arah field. Setelah proses subsampling kedua, komponen 8,1 MHz yang dihasilkan menyebabkan terjadinya aliasing pada daerah frekuensi tinggi temporal dalam arah frame.

Daerah yang dapat ditransmisikan untuk bagian gambar bergerak sinyal Y ditunjukkan pada gambar 5-6. Sinyal dalam bagian ini mempunyai spektrum datar pada arah vertikal dan temporal. Untuk bagian gambar bergerak hanya diproses subsampling kedua. Untuk proses ini diperlukan sebuah prefilter dari pass-band 16 MHz. Komponen 8,1 MHz yang dihasilkan masuk dalam arah frekuensi tinggi vertikal, dan menjadi komponen aliasing dalam intra-field space frequency domain.

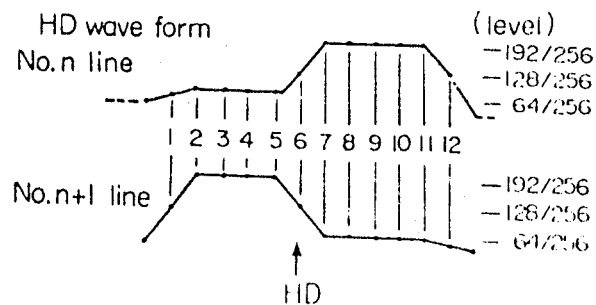
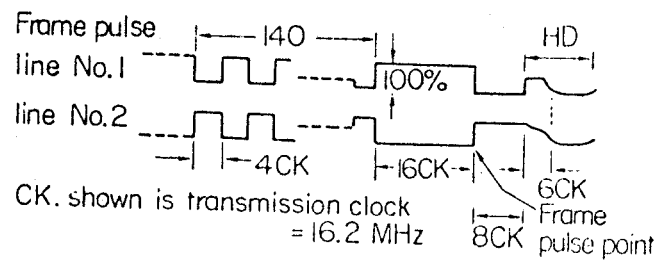
Sinyal Y merupakan sinyal yang ditekan bandwidthnya pada 8,1 MHz setelah melalui proses subsampling tiga dimensi.

V. 4. 5. FORMAT PULSA SINKRONISASI

Pulsa frame dan bentuk gelombang horizontal drive (HD) dari sistem MUSE ditunjukkan pada gambar 5-12. Gambar 5-13. menunjukkan diagram blok dari pembangkitan kembali pulsa clock resampling. Polaritas HD ditentukan oleh panjang garis. Pulsa ini naik dan turun [pada titik nomer 6 dan levelnya sebesar 128/255. Phase detector mendeteksi harga kesalahan fase guna mengunci PLL. Fungsi phase detector adalah sebagai berikut. Phase detector membandingkan $f(6)$ dengan X dan dapat mempunyai harga kesalahan fase $\Delta F = f(6) - X$. Di sini $f(n)$ berarti level pada titik nomer 6. X berarti $1/2 (f(4) + f(8))$.

$\Delta\phi$ adalah harga deteksi kesalahan fase sebuah garis. Untuk mengunci PLL dengan pengecekan harga kesalahan fase harus dilakukan prosedur berikut :

1. difilter dengan digital loop filter.
2. Output dari digital loop filter dikonversikan ke bentuk analog dengan menggunakan D/A Converter.
3. Sinyal analog diumpankan ke VCO sebagai harga terintegrasi dari kesalahan fase.

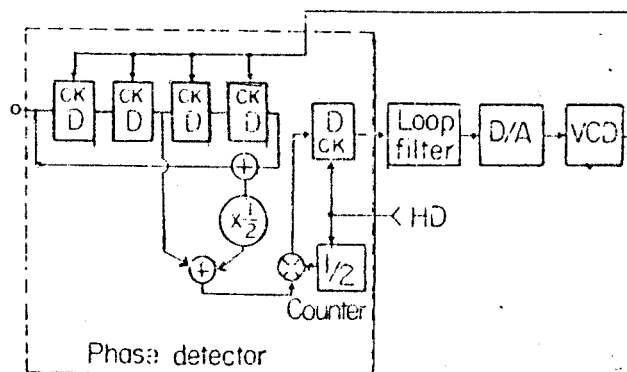


GAMBAR 5-12 54)

SISTEM SINKRONISASI UNTUK MUSE

Pulsa clock yang merupakan output dari VCO harus diumpankan kembali ke flip-flop sebagai pulsa clock. Seperti dijelaskan di atas, flip-flop adalah merupakan rangkaian input dari phase detector. MUSE decoder membangkitkan kembali pulsa clock resampling dengan menggunakan PLL juga.

54) Y. Ninomiya, op. cit. hal. 8.18



GAMBAR 5-13 55)

SISTEM PHASE-LOCK PADA DECODER

Seperti ditunjukkan pada gambar 5-12, pulsa HD dan pulsa frame dari MUSE adalah positif. Hal ini berguna untuk menghindari terjadinya kerugian sinkronisasi 3 dB, yang biasanya terjadi pada sistem konvensional. Karena polaritasnya ditentukan oleh garis, maka pulsa ini mempunyai karakteristik yang lebih baik daripada distorsi transmisi.

V. 4. 6. FORMAT SINYAL TRANSMISI

Format transmisi dari sinyal MUSE ditunjukkan pada gambar 5-14. Terdapat 480 sample dalam satu garis. Format tersebut diberi nomer dari #1 hingga #480, 12 untuk sinyal HD, 94 untuk sinyal C dan 374 untuk sinyal Y,

55) Y. Ninomiya, Y. Ohtsuka, op.cit. hal. 139

seperti ditunjukkan pada gambar 5-15. Untuk bagian vertikal diberi nomer dari nomer 1 hingga nomer 1125. nomer 1 dan 2 merupakan pulsa-pulsa frame.

Sinyal C ditunda lebih banyak dari sinyal Y dengan pemrosesan sinyal pada decoder, dalam encoder sinyal C mendahului 4 garis dari sinyal Y. Format garis tertentu sinyal C ditentukan sebagai berikut :

- Sinyal R - Y dimultipleks dalam garis ganjil.
- Sinyal B - Y dimultipleks dalam garis genap.

V. 4. 7. PERIODE VERTICAL BLANKING

Sinyal-sinyal yang dimasukkan ke dalam interval vertikal blanking adalah sebagai berikut :

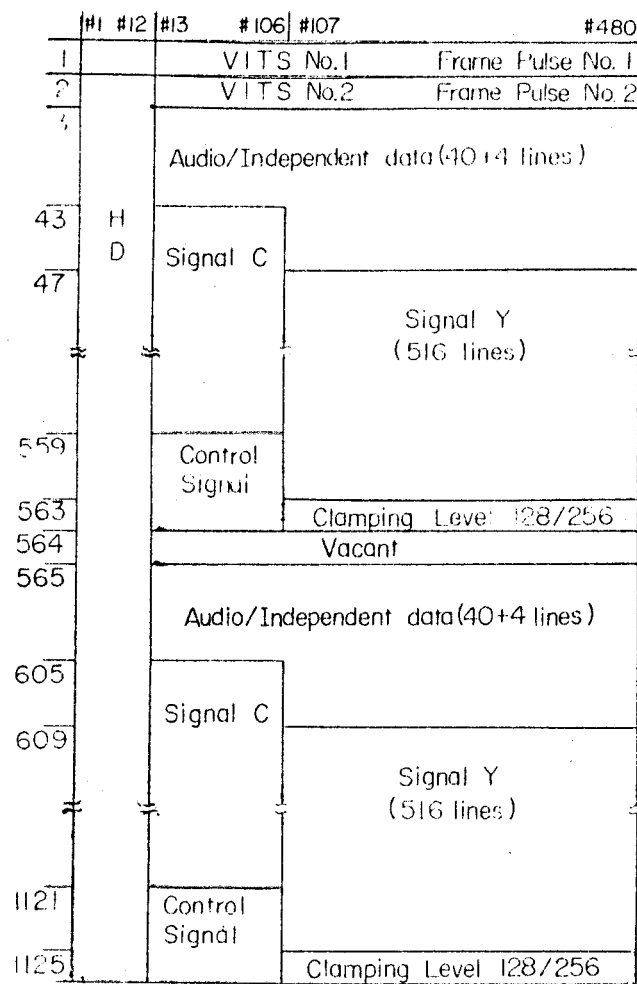
- Frame synchronizing signal.
- control signal.
- clamping level signal.
- Vertical interval test signal (VITS).
- sound and independent information signal.

Frame synchronizing signal telah dibahas dalam sub bab di atas, sedangkan yang lainnya akan dibahas berikut ini.

V. 4. 7. 1. CONTROL SIGNAL

Control signal ditunjukkan dalam tabel 5-3. Sinyal tersebut dimultipleks dalam periode vertical blanking pada periode satu simbol per 2 clock dari 16,2 MHz. Untuk

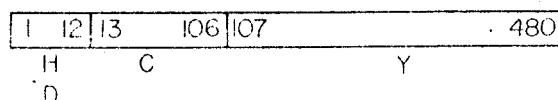
koreksi kesalahan digunakan kode extended hamming (8,4)
untuk setiap 4 bit.



GAMBAR 5-14 56)

FORMAT TRANSMISI UNTUK SINYAL MUSE

56) Y. Minomiya, Y. Ohtsuka, op. cit. hal 140

GAMBAR 5-15 ⁵⁷⁾

PENEMPATAN TITIK-TITIK SAMPLING HORIZONTAL PADA MUSE

V. 4. 7. 2. CLAMPING LEVEL SIGNAL

Clamping level signal disediakan untuk konversi dari analog ke digital, dan Automatic Frequency Control (AFC) bagi modulator dan demodulator FM. Level dari sample #107 hingga #480 pada garis nomer 563 dan nomer 1125 didefinisikan sebesar 128/256.

V. 4. 7. 3. VERTICAL INTERVAL TEST SIGNAL (VITS)

VITS disediakan untuk penyamaan kanal secara otomatis (automatic channel equalization). Jika impulse response dapat diukur pada decoder MUSE, equalisasi kanal transmisi dapat umpan balik dari decoder ke encoder. Dalam sinyal ini , dua impulse dimasukkan ke dalam posisi pada sample #264 dalam garis yang sama sebagaimana untuk frame

⁵⁷⁾ loc.cit

synchronization signal. Garis nomer 1 merupakan impulse negatif dan garis nomer 2 merupakan impulse positif. Lebar impulse adalah satu periode clock pada 32,4 MHz.

TABEL 5-3 58)

KETETAPAN UNTUK CONTROL SIGNAL

Bit No.	Control Function
1	inter-field sub-sampling phase for Y
2	Horizontal motion vector (2'c) unit: 32.4 MHz/ one clock period bit No. 2 is LSB positive on going right
3	
4	
5	
6	Vertical motion vector (2'c) unit: line, bit No. 6 is LSB positive on going down
7	
8	
9	
10	Inter-frame sub-sampling phase for C
11	Noise reduction control (option)
12	
13	Inhibiter for automatic equalizer in receiver (option)
14	Sensitivity of motion detector 1 (option)
15	Sensitivity of motion detector 2 (option)
16	Information for motion in picture (option)
17	
18	
19	Not assigned
20	Modulation mode, 0 for FM, 1 for AM
21	Not assigned
22	
23	
24	Still picture transmission flag
25	Defined in the case of still picture transmission only. (They should be used for still picture control)
32	
	Not defined for normal transmission

58) Y. Ninomiya, Y. Ohtsuka, op.cit. 142

V. 5. PERKEMBANGAN SISTEM MUSE

Selain sistem Hi - Vision yang telah dibahas sebelumnya, NHK telah mengembangkan versi-versi sistem HDTV kompatibel dengan penerapan MUSE guna memenuhi syarat kompatibilitas dengan sistem NTSC, yaitu :

- Narrow - MUSE, merupakan sistem simulscating.
- NTSC Compatible MUSE-6.
- NTSC Compatible MUSE-9, merupakan sistem augmented.

V. 6. SISTEM NARROW - MUSE

V. 6. 1. CIRI - CIRI SISTEM

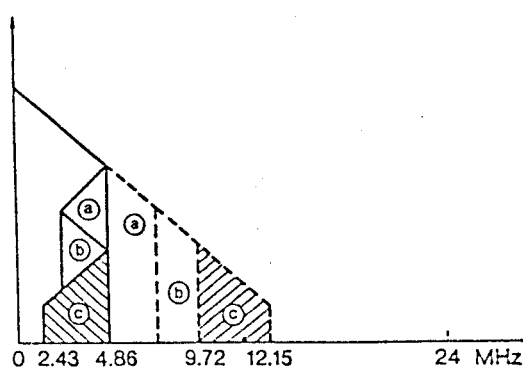
Keunggulan Narow MUSE terletak pada kemampuannya dalam beroperasi secara simulcasting. Sistem ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- menggunakan kanal 6 MHz kompatibel.
- kualitas gambar lebih baik dari sistem NYSC.
- menggunakan perangkat audio digital 4 kanal.
- Mudah dikonversikan dengan menggunakan konverter yang sederhana dan murah untuk mewujudkan kompatibilitas dengan NTSC.

Teknik penekanan bandwidth yang dipakai dalam MUSE (bandwidth 8,1 MHz) dapat menyajikan gambar dengan kualitas tinggi. Tetapi sinyal MUSE tidak dapat ditransmisikan melalui siaran terrestrial dengan kanal 6 MHz.

Sistem Narrow-MUSE mengurangi bandwidth transmisi menjadi 6 MHz seperti halnya bandwidth sistem NTSC. Sistem ini menggunakan 750 scanning line untuk transmisi sinyal-sinyal HDTV. Jumlah scanning line 750 garis diperoleh dari proses konversi sinyal sumber 1125 garis. Sinyal 750 garis ini akan dikonversikan kembali menjadi sinyal 1125 garis pada decoder untuk selanjutnya ditampilkan pada layar tampilan.

Algoritma penekanan bandwidth dan pemrosesan sinyal pada sistem Narrow-MUSE hampir sama dengan yang dipakai pada sistem MUSE 8,1 MHz. Kombinasi field offset dan frame offset sub-sampling diterapkan untuk bagian gambar diam, dan line offset sub-sampling diterapkan untuk bagian gambar bergerak. Dua jenis data tersampel ini dicampur atau di-switch pixel demi pixel menurut sinyal deteksi gerakan yang menunjukkan apakah gerakan tersebut diam atau bergerak. Untuk merekonstruksi gambar pada decoder, diterapkan kombinasi interpolasi inter-field dan interpolasi inter-frame untuk bagian-bagian gambar diam, dan diterapkan interpolasi intra-field untuk bagian-bagian gambar bergerak. Spektrum sinyal yang telah di-encode ditunjukkan pada gambar 5-16.



GAMBAR 5-16 59)

BANDWIDTH SINYAL TRANSMISI DARI SISTEM NARROW - MUSE

Sistem . Narrow-MUSE menawarkan dua mode audio digital. Satu mode memancarkan empat kanal, sedangkan mode yang lain memancarkan dua kanal dengan kualitas yang lebih tinggi. Dalam mode empat kanal, data asli di-encode secara DPCM dari 15 bit/sampel dan 32 KHz menjadi 8 bit/sampel dengan tambahan range bit. Dalam mode dua kanal data asli 16 bit dengan sampling 48 KHz dikurangi menjadi 11 bit DPCM. Setelah penambahan data tambahan dan kode-kode pengkoreksi kesalahan, sinyal-sinyal tersebut di multipleks dalam interval blanking vertikal.

V. 8. 1. 2. KONFIGURASI SISTEM

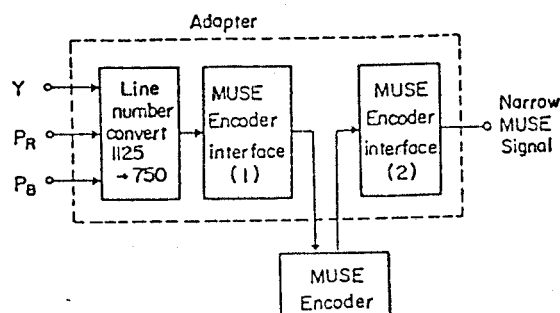
Sistem Narrow-MUSE dapat dibangun dengan penambahan konverter-konverter garis (line converter) dan interface

59) M. Okui, ATV System for Terrestrial Broadcasting, ———, hal. 3

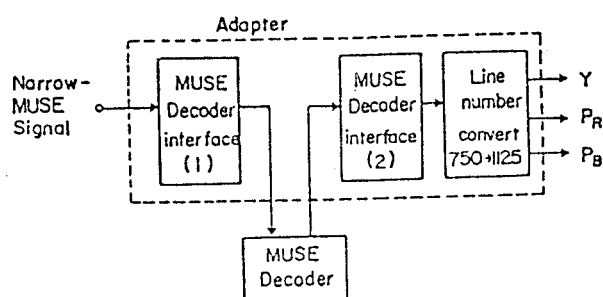
adapter pada MUSE encoder dan MUSE decoder. Diagram blok dari encoder dan decoder sistem Narrow-MUSE ditunjukkan pada gambar 5-17. Pada gambar tampak bahwa sinyal 1125 garis / 60 Hz diumpankan pada konverter garis, resolusi vertikal dibatasi pada 750 garis guna menghindari terjadinya aliasing. Kemudian konverter menghasilkan sinyal output 750 garis, 1188 sampel/garis, dan 60 field per detik.

Sinyal output dari konverter garis menuju ke interface adapter 1. Di sini sampel-sampel tiruan dan garis-garis tiruan ditambahkan untuk membentuk format sinyal 1125 garis, 1440 sampel/garis dan 60 field/detik, format sinyal yang sama dengan sinyal input MUSE encoder.

Setelah pemrosesan sinyal yang sama seperti pada MUSE, sinyal diumpankan ke interface adapter 2. format sinyal 750 garis menggantikan format 1125 garis. Pada waktu yang sama, konversi laju garis dibentuk dari 33,75 KHz (frekuensi garis dari sinyal 1125/60) menjadi 22,5 KHz (frekuensi garis dari sinyal 750/60). Sinyal resultan mempunyai bandwidth 4,86 MHz.



(A)



(B)

GAMBAR 5-17 60)

- A. DIAGRAM BLOK ENCODER NARROW - MUSE
 B. DIAGRAM BLOK DECODER NARROW - MUSE

Pada decoder, dilakukan proses-proses yang berkebalikan dengan proses-proses pada encoder. Pixel-pixel tiruan ditambahkan pada sinyal-sinyal transmisi, dan pada waktu yang sama, laju garis dikonversi dari 22,5 KHz menjadi 33,75 KHz. Selanjutnya, sinyal tersebut di-decode secara MUSE. Terakhir, bagian-bagian tiruan dihilangkan dan sinyal dikonversi kembali menjadi format 1125 garis.

V. 7. SISTEM NTSC COMPATIBLE MUSE - 6

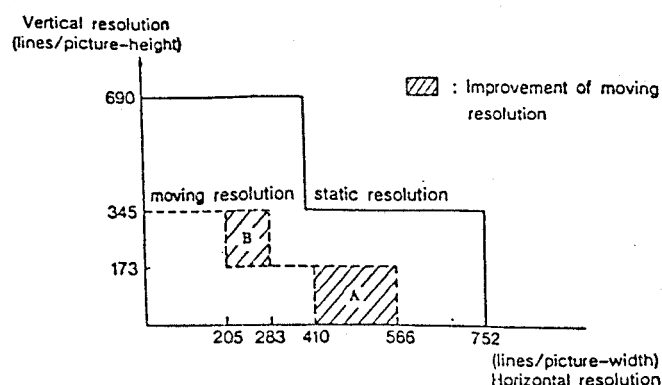
V. 7. 1 CIRI - CIRI SISTEM

NTSC Compatible MUSE-6 (NCM-6) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- Kompatibel dengan sistem NTSC.
- mempunyai resolusi statis dua kali sistem NTSC.
- membutuhkan bandwidth transmisi 6 MHz.
- menggunakan audio digital 2 kanal.

Pada sistem ini digunakan dua metode guna meningkatkan aspect ratio dari 4:3 menjadi 16:9. Sistem NCM-6 memakai format letter box. Hal ini menyebabkan tidak adanya perubahan dalam kualitas gambar antara bagian tengah dan gambar bagian samping, dan tidak terjadi kerutan-kerutan pada batas antara bagian tengah gambar dan bagian samping gambar. Beberapa teknik penekanan bandwidth digunakan dalam NCM untuk menyajikan gambar resolusi tinggi. Resolusi ruang dari sistem NCM-6 ditunjukkan pada gambar 5-18.

Sistem NCM-6 menggunakan teknik penyisipan frekuensi (frequency interleaving) untuk mengekspansi bandwidth hingga 7,7 MHz untuk memperbaiki resolusi luminan. Untuk bagian gambar diam, komponen-komponen frekuensi tinggi dari 3,9 MHz hingga 7,7 MHz dibagi dalam



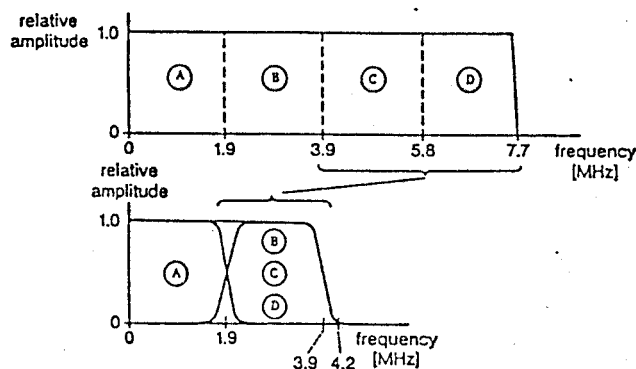
GAMBAR 5-18 61)

RESOLUSI RUANG UNTUK SISTEM NCM-6 / NCM-9

dua daerah, yaitu daerah C dan daerah D. Daerah C meliputi frekuensi 3,9 MHz hingga 5,8 MHz dan daerah D meliputi frekuensi 5,8 MHz hingga 7,7 MHz. Komponen-komponen disisipkan ke dalam daerah B dengan menggunakan dua buah 2-frame offset subcarrier seperti ditunjukkan pada gambar 5-19. Karena teknik penyisipan frekuensi tidak dipakai untuk bagian gambar bergerak. Resolusinya sama dengan pada sistem NTSC. Komponen-komponen frekuensi tinggi yang disisipkan pada daerah B dapat dipisahkan dengan menggunakan temporal filter.

61) Y. Tanaka, Development MUSE Family System, IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. CE-35, No. 3, August 1989, hal. 155

Resolusi vertikal merupakan masalah bagi metode letter box. Dalam NCM-6, 345 garis dari 525 garis digunakan untuk keperluan letter box. Komponen-komponen frekuensi tinggi vertikal dari 345 garis televisi hingga



GAMBAR 5-19 62)

METODE BAND COMPRESSION UNTUK NCM - 6

690 garis televisi ditransmisikan dalam letter box berbatasan dengan 161 garis aktif. Untuk mentransmisikan komponen-komponen ini dalam 161 garis, maka setiap dua garis dikompresi dan dimultipleks ke dalam satu garis. Karena itu bandwidth horisontal dari komponen frekuensi tinggi vertikal dibatasi menjadi setengahnya.

Perbaikan resolusi horisontal sinyal krominan diperlukan untuk bagian gambar diam. Komponen-komponen frekuensi tinggi sinyal I antara 1,5 MHz dan 3 MHz dan

62) Ibid. hal. 156

komponen-komponen frekuensi tinggi sinyal Q antara 0,5 MHz dan 2 MHz dimultipleks frekuensi pada batas-batas letter box dan ditransmisikan sebagai deretan-deretan field.

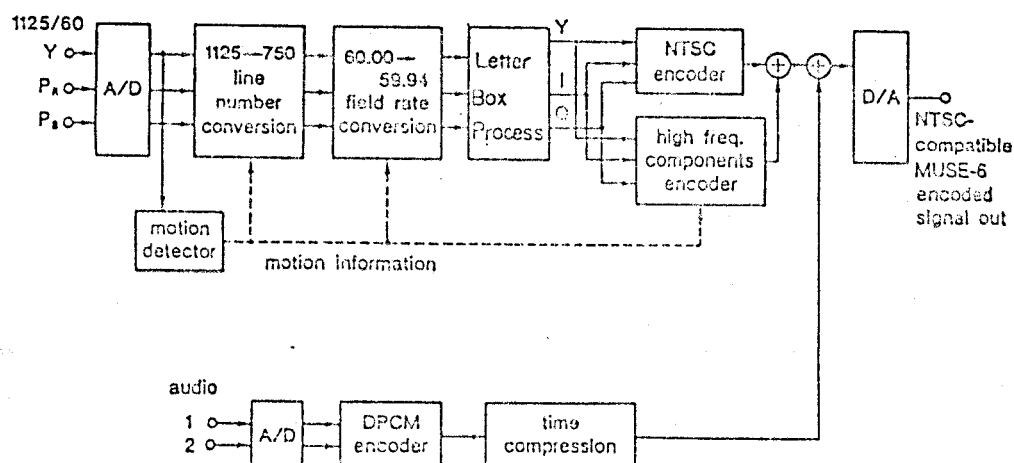
Sinyal audio digital dua kanal ditransmisikan sebagai sinyal FM seperti halnya pada sistem NTSC. Di sini juga digunakan teknik DANCE seperti yang dipakai pada sistem Narrow-MUSE. Sinyal audio digital dimultipleks dalam interval blanking horisontal.

V. 7. 2. KONFIGURASI SISTEM

Encoder NCM-6 menggunakan konverter garis dan konverter laju field. Setelah sinyal input dikonversi dari 1125/60 menjadi 750/60, dipakai konversi laju field. Untuk memperoleh laju field 59,94 MHz, lompatan frame akan terjadi sekali setiap 1000 field, yaitu setiap 33 detik. Konverter laju field dikontrol seperti halnya bila lompatan frame terjadi hanya pada saat terjadi perubahan penelusuran secara cepat.

Untuk mentransmisikan komponen-komponen frekuensi tinggi dari sinyal video dan sinyal audio digital dengan tetap mempertahankan aspect ratio 16:9, maka pada sistem ini digunakan beberapa teknik penekanan bandwidth. Proses multiplekskomponen-komponen frekuensi tinggi vertikal dilakukan selama proses konversi jumlah garis dari 750

menjadi 525 garis dalam pemroses letter box. Penyisipan komponen-komponen frekuensi tinggi horizontal dilakukan dalam encoder komponen-komponen frekuensi tinggi setelah proses konversi jumlah garis. Diagram blok encoder sistem NCM-6 ditunjukkan pada gambar 5 - 20.



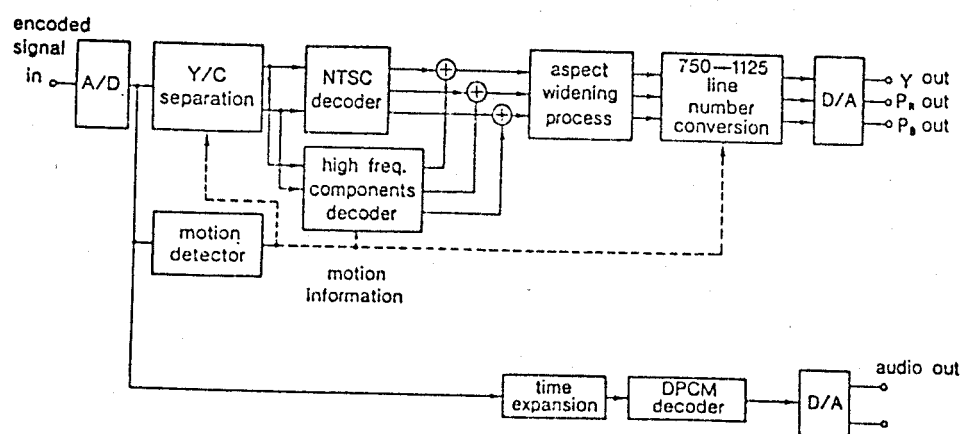
GAMBAR 5-20 63)

DIAGRAM BLOK ENCODER NCM - 6

Pada decoder terjadi proses-proses yang berkebalikan dengan encoder. Setelah proses penghilangan bayangan hantu (ghost), pemisahan sinyal-sinyal Y/C dilakukan oleh motion adaptive three dimensional filter. Komponen-komponen frekuensi tersisip dalam batas-batas

63) Ibid. hal 157

letter box dan komponen frekuensi tinggi vertikal dalam perbatasan letter box di-decode dan dikombinasikan dengan sinyal output dari decoder NTSC. Akhirnya sinyal-sinyal yang telah di-decode dikonversikan menjadi sinyal 1125 garis dan selanjutnya ditampilkan pada layar tampilan. Diagram blok dari encoder dan decoder NCM-6 ditunjukkan pada gambar 5-21



GAMBAR 5-21 64)

DIAGRAM BLOK DECODER NCM - 6

64) Ibid. hal. 158

V. 8. SISTEM NTSC COMPATIBLE MUSE - 9

V. 8. 1. CIRI - CIRI SISTEM

NTSC compatible MUSE-9 (NCM-9) mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- Kompatibel dengan sistem NTSC.
- mempunyai resolusi statis yang sama dengan NCM-6.
- perbaikan resolusi gambar bergerak di atas NCM-6.
- memakai audio digital 4 kanal.

Sistem NCM-9 menggunakan dua kanal RF, yaitu kanal utama 6 MHz dan kanal tambahan 3 MHz. Pada kanal utama, ditransmisikan sinyal NCM-6 untuk mempertahankan kompatibilitas dengan sistem NTSC dan sistem NCM-6. Dalam kanal tambahan, komponen frekuensi tinggi dari bagian gambar bergerak yang ditransmisikan sebagai data audio digital tambahan. Dengan demikian, NCM-9 sesuai untuk perbaikan penampilan sistem secara bertahap, yaitu dari NCM-6 menjadi NCM-9.

NCM-9 memperbaiki resolusi resolusi total dari gambar yang ditampilkan. Daerah resolusi dari NCM-9 ditunjukkan pada gambar 5-18. Daerah yang diarsir menunjukkan pertambahan resolusi gerakan berkaitan dengan informasi yang ditransmisikan melalui kanal tambahan.

Pada sistem ini digunakan dua mode audio digital seperti halnya pada sistem Narrow-MUSE, yaitu mode 4 kanal dan mode 2 kanal kualitas tinggi. Tetapi format data tambahan berbeda dengan sistem NCM-6 karena adanya perbedaan dalam hal kompatibilitas. Dalam mode 4kanal, dipakai format data yang sama dengan NCM-6 untuk sinyal kanal utama dan sinyal kanal tambahan. Sedangkan pada mode 2 kanal, kanal tambahan membawa data kompensasi yang ditambahkan pada data kanal utama untuk menghasilkan suara digital berkualitas tinggi pada decoder.

V. 8. 2. KONFIGURASI SISTEM

Sistem dibangun dengan penambahan rantai transmisi tambahan termasuk encoder, transmitter, receiver dan decoder. Komponen-komponen frekuensi tinggi dari bagian-bagian gerakan yang diperoleh dari encoder kanal utama dimasukkan pada encoder tambahan. Komponen-komponen frekuensi tinggi dalam daerah A terarsir digeser ke dalam daerah frekuensi rendah, dan ditransmisikan dalam letter box. Komponen dalam daerah B ditransmisikan dalam daerah perbatasan letter box setelah dikompresi waktu dan dua garis dikombinasikan menjadi satu. sinyal ghost cancellation reference (GCR) dimasukkan dalam interval blanking vertikal dari sinyal utama dan sinyal tambahan.

Sinyal CGR tersebut digunakan sebagai sinyal referensi tidak hanya untuk menghilangkan bayangan hantu tetapi juga untuk kompensasi karakteristik transmisi yang berbeda di antara kanal-kanal.

BAB VI

PERBANDINGAN BEBERAPA SISTEM HDTV

VI. 1. UMUM

Sistem-sistem High Definition Television yang dikembangkan sampai sekarang ini mempunyai persamaan-persamaan, antara lain yaitu :

- mampu menampilkan gambar pada layar lebar dengan aspect ratio 5:3 ataupun 16:9.
- mampu menampilkan gambar dengan jumlah garis ulasan sebanyak kira-kira dua kali jumlah garis sistem televisi konvensional.
- menggunakan teknik-teknik untuk memperkecil bandwidth transmisi.

Tetapi disamping persamaan-persamaan tersebut ada juga perbedaan-perbedaan dari segi teknisnya, baik segi parameter-parameter dasar, bandwidth transmisi, teknik modulasi, maupun media transmisi yang dipergunakan.

Perbandingan dari beberapa sistem High Definition Television ditunjukkan pada tabel 6.1. di bawah ini.

TABEL 6.1

PERBANDINGAN SISTEM HDTV

PARAMETER	ACTV I	ACTV II	SLSC	HUSE	NARROW HUSE	NCH-6	NCH-9
Kategori spektrum	A	C	C	E	D	B	A
Bandwidth transmisi	6 MHz	12 MHz	12 MHz	8,1 MHz	12 MHz	6 MHz	9 MHz
Resolusi Horisontal (TVL / PH)	410	480	483	574	568	422	422
Resolusi vertikal (TVL / PH)	650	800	600	800	750	690	690
Aspect Ratio	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9	16 : 9
scanning line	1050	1050	1050	1125	1125	1125	1125
Modulasi	VSB	VSB	VSB	FM	VSB	VSB	VSB
Program transmisi	terrestrial, Cable, VCR	terrestrial, Cable, VCR	terrestrial, Cable, VCR	DPS, Cable, VCR	terrestrial	terrestrial	terrestrial

Keterangan :

- A = 6 MHz Kompatibel dengan NTSC
- B = 6 MHz NTSC + Sinyal augmentasi 3 MHz yang hanya berisi sinyal HDTV)
- C = 6 MHz NTSC + Sinyal augmentasi 6 MHz
- D = Sistem simulcast (satu kanal NTSC 6 MHz + satu kanal 6 MHz tidak kompatibel
- E = Satellite broadcast, membutuhkan satu transponder

VI. 2. KATEGORI SPEKTRUM DAN BANDWIDTH TRANSMISI

Sistem ACTV-I merupakan sistem yang kompatibel dengan sistem NTSC dan hanya bandwidth selebar 6 MHz untuk transmisi sinyalnya. Sistem ACTV-II juga merupakan sistem yang kompatibel dengan NTSC. Sistem ini membutuhkan bandwidth transmisi selebar 12 MHz. Band 6 MHz pertama merupakan sinyal ACTV-I yang ditransmisikan melalui saluran standar NTSC, dan 6 MHz berikutnya merupakan sinyal tambahan (augmented) yang ditransmisikan melalui saluran tetangga (adjacent channel). Sistem ACTV-II menerapkan metode augmented untuk mentransmisikan sinyal HDTV - nya.

Seperti halnya pada ACTV-II, sistem SLSC juga merupakan sistem yang kompatibel dengan sistem NTSC. Sistem SLSC membutuhkan bandwidth selebar 12 MHz untuk transmisi sinyalnya. Sistem ini juga menerapkan metode augmented untuk memenuhi syarat kompatibilitas dengan NTSC.

Sistem Hi-Vision (Original MUSE) merupakan sistem yang tidak kompatibel dengan sistem NTSC. Sistem ini hanya membutuhkan satu transponder untuk mentransmisikan sinyal baseband HDTV 8,1 MHz.

Sistem Narrow-MUSE menerapkan metode simulcasting agar sinyal-sinyal yang dipancarkan dapat diterima oleh

sistem NTSC. Sistem ini membutuhkan bandwidth 12 MHz untuk transmisi sinyal-sinyalnya. Band 6 MHz pertama untuk mentransmisikan sinyal NTSC, dan band 6 MHz kedua untuk transmisi sinyal HDTV.

Sistem NCM-6 dan NCM-9 merupakan sistem MUSE yang kompatibel dengan sistem NTSC. Sistem NCM-6 membutuhkan bandwidth transmisi 6 MHz, sedangkan sistem NCM-9 membutuhkan bandwidth transmisi 9 MHz. Sistem ini dibentuk di atas NCM-6, sehingga sinyal 6 MHz pertama merupakan sinyal NCM-6, dan sinyal 3 MHz berikutnya merupakan sinyal tambahan untuk menambah resolusi statis gambar. Sistem NCM-9 menerapkan metode augmented untuk mentransmisikan sinyal tambahannya.

VI.3. RESOLUSI GAMBAR

Semua sistem HDTV menghasilkan gambar tampilan beresolusi tinggi, sehingga gambar yang dihasilkan tampak halus.

Sistem ACTV-I menghasilkan gambar dengan resolusi horisontal 410 TVL/PH (Total Vertical Line per Picture High) dan resolusi vertikal 650 TVL/PH. Sedangkan sistem ACTV-II menghasilkan gambar beresolusi lebih tinggi, yaitu dengan resolusi horisontal 480 TVL/PH dan resolusi vertikal 800 TVL/PH.

Sistem SLSC menghasilkan gambar dengan resolusi horizontal sebesar 483 TVL/PH dan resolusi vertikal 600 TVL/PH.

Sistem Hi-Vision mampu menghasilkan gambar tampilan dengan resolusi horizontal sebesar 574 TVL/PH dan resolusi vertikal 750 TVL/PH. Sistem Narrow-MUSE mampu menghasilkan gambar dengan resolusi horizontal sebesar 568 TVL/PH dan resolusi vertikal 750 TVL/PH. Sistem NCM-6 dan NCM-9 masing-masing mampu menghasilkan gambar dengan resolusi horizontal sebesar 422 TVL/PH dan resolusi vertikal 690 TVL/PH.

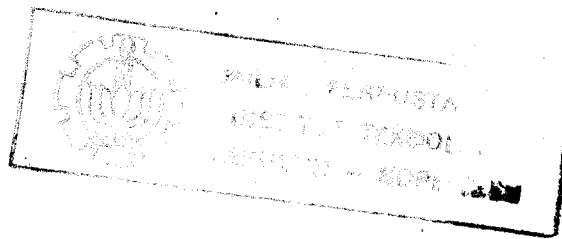
VI.4. ASPECT RATIO

Sistem-sistem HDTV yang dikembangkan menghasilkan gambar dengan aspect ratio lebar, yaitu 16 : 9. Karena dengan aspect ratio lebar gambar akan tampak lebih realistis.

VI.5. SCANNING LINE

Sistem sistem HDTV yang dikembangkan oleh Amerika menggunakan jumlah scanning line 1050 garis per frame. Dengan demikian sistem ACTV-I, ACTV-II dan SLSC menggunakan scanning line 1050 garis per frame.

Sistem Hi-Vision , Narrow-MUSE, NCM-6 dan NCM-9 menghasilkan gambar dengan jumlah scanning line 1125 garis per frame.



VI. 6. PROGRAM TRANSMISI

Sistem ACTV-I, ACTV-II dan SLSC pertama kali dikembangkan untuk siaran dengan transmisi terrestrial dengan menggunakan modulasi VSB-AM. Dalam perkembangan selanjutnya digunakan media transmisi kabel dan Video Cassete Recorder (VCR).

Sistem Hi-Vision pertama kali dikembangkan untuk siaran DBS dengan menggunakan modulasi FM. Tetapi untuk perkembangan selanjutnya sistem Hi-Vision dirancang untuk transmisi melalui kabel dan menggunakan VCR. Sistem-sistem MUSE lainnya , yaitu Narrow-MUSE, NCM-6 dan NCM-9 dirancang khusus untuk transmisi terrestrial dengan menggunakan modulasi VSB-AM.

BAB VII

KESIMPULAN

Dari studi dan pembahasan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sistem HDTV mempunyai keunggulan-keunggulan dalam menampilkan gambar yang lebih berkualitas dibandingkan dengan sistem televisi konvensional.
2. Gamvbar tampilan sistem HDTV mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :
 - Tersusun dari lebih dari 1000 scanning line.
 - Ditampilkan dengan aspect ratio 16:9 atau 5:3.
 - Mempunyai kejelasan dan kecemerlangan yang setara dengan gambar bioskop yang menggunakan film 35-mm.
 - Ditampilkan pada layar berukuran lebar dan besar.
3. Efek psikologis yang berupa kesan nyata dan alami dari gambar tampilan HDTV dicapai dengan pengaturan jarak pandang yang hanya sejauh tiga kali tinggi layar tampilan (3H), dan sudut pandang sebesar 30°.
4. Teknologi HDTV dikembangkan oleh beberapa negara dengan menerapkan teknik-teknik yang berbeda-beda dalam mengolah (encoding-decoding) sinyal gambar, serta

menggunakan parameter-parameter standar yang berbeda pula. Sehingga diperlukan suatu standar internasional baru untuk sistem HDTV.

5. Selain kualitas gambar, kompatibilitas dengan sistem konvensional dan efisiensi bandwidth transmisi merupakan persyaratan yang penting untuk suatu sistem HDTV,
6. Sistem ACTV dikembangkan secara bertahap, yang dimulai dari ACTV-I yang merupakan sistem EDTV kompatibel dengan NTSC dengan bandwidth transmisi 6 MHz. Tahap berikutnya adalah ACTV-II yang memanfaatkan ACTV-I dan menambahkan sinyal tambahan 6 MHz untuk menambah resolusi gambar.
7. Sistem ACTV-I menggunakan scanning line 1050 garis per frame untuk menampilkan gambar dengan aspect ratio 16:9, resolusi horisontal 410 TVL/PH dan resolusi vertikal 650 TVL/PH. Sistem ACTV-II mempunyai resolusi horisontal 480 TVL/PH dan resolusi vertikal 800 TVL/PH.
8. Sistem SLSC dikembangkan berawal dari sistem SLSC dasar yang merupakan sistem EDTV kompatibel dengan aspect ratio 4:3 dan membutuhkan bandwidth transmisi 12 MHz. Kemudian untuk memperbaiki aspect ratio dan resolusi krominan, dikembangkan sistem SLSC-ART dengan bandwidth transmisi tetap 12 MHz.
8. Sistem SLSC menggunakan scanning line 1050 garis per frame untuk menampilkan gambar dengan aspect ratio 16:9,

resolusi horisontal 483 TVL/PH dan resolusi vertikal 600 TVL/PH.

9. Sistem Hi-Vision merupakan sistem HDTV tidak kompatibel yang dikembangkan Jepang untuk transmisi DBS dengan penerapan teknik kompresi bandwidth MUSE. Sistem ini menggunakan base band transmisi 8,1 MHz. Sistem-sistem MUSE lainnya, yaitu Narrow MUSE, NCM-6, dan NCM-9, yang menggunakan transmisi terrestrial dikembangkan untuk memenuhi syarat kompatibilitas dengan NTSC.
10. Semua sistem MUSE menggunakan scanning line 1125 garis untuk menampilkan gambar HDTV.

DAFTAR PUSTAKA

1. Citta R, Fokcens P, Khrisnamurthy G, Snopko P, "HDTV Adaptability to Multiple Media", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 35, No. 3, August 1989.
2. Camana, Peter, "Video bandwidth Compression : A Study in Tradeoffs", IEEE Spectrum, June 1979.
3. Fujio T, High Definition Wide Screen Television System For The Future", IEEE Trans. on Broadcasting, Vpl. BC-26, No. 4, Desember 1980.
4. Fujio T, "High Definition Television System", Proceedings of The IEEE, Vol 73, No. 4, April 1985.
5. Fujio T, "A Study of High Definition TV System in The Future", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol, BC-24, No. 4, December 1978.
6. Gaggioni H.P, "Evolution of Video Technologies", IEEE Communication Magazine, Vol 25, No. 11, November 1987.
7. Glenn E G, Glenn K G, "HDTV Compatible Transmission System", SMPTE Journal , Vol. 96, No. 3, March 1987.
8. Grob, Bernard, Basic Television Principles And Servicing, Mc. Graw - Hill International Book Companyp, 1985.
9. Grob, Bernard, Basic Television And Video System", Mc. Graw-Hill International Book Company, 1984.

10. Hayashi K, "Research and Definition on High Definition Television in Japan", SMPTE Journal, March 1981.
Hopkins R, Davies K.P, "Development of HDTV Emission System in North America", IEEE Trans. on Broadcasting Vol. 35, No. 3, September 1989.
11. Ishida J, Nishizawa T, Kubota T, " High Definition Television Broadcasting By Satellite", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. BC-28, No. 4, December 1982.
12. Isnardi M.A, Fuhrer J.S, Smith T.R, Koslov J.L, Roeder B.J, Wedam W.F, "Encoding for Compatibility and Recoverability in The ACTV System", Trans. on Broadcasting, Vol. BC-33, No.4, Desember 1987.
13. Isnardi M.A, Dieterich C.B, Smith T.R, "Advanced Compatible Television : A Progress Report", SMPTE Journal, July 1989.
14. Izumihawa S, "Moving Closer to HDTV : Scanning Density Improve Picture Quality", AEU September 1985.
15. Kanatsugu Y, Nishizawa T, Enami K, "Development of MUSE Family System", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol CE-35, No. 3, August 1989.
16. Lawrence E, Tannas Jr, " HDTV Display in Japan : Projection CRT-System on Top", IEEE Spectrum, October 1989.

17. Lo Cicero J.L, Pazardi M, Rzeszewski T.S, "A Compatible HDTV System (SLSC) with Chrominance and Aspect Ratio Improvement", SMPTE Journal, May 1985.
18. Nickelson R.L, " The Evolution of HDTV in The Work of The CCIR", IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 35, No. 3, September 1989.
19. Ninomiya Y, "Transmission and Broadcasting System For HDTV", Presented at IPAB NHK HDTV Engineering Seminar , April 1985.
20. Ninomiya Y, Ohtsuka Y, Izumi Y, "A Single Channel Satellite Transmission System for High Definition Television", IECE Journal, Vol. J68, No. 4, 1985.
21. Ninomiya Y, Ohtsuka Y, Izumi Y, "An HDTV Broadcasting System Utilizing A Bandwidth Compression Technique-MUSE", IEEE Trans on Broadcasting, Vol.BC-33, No. 4, Desember 1987.
22. Okui M, Tanaka T, Okuda H, "ATV System for Terrestrial Broadcasting", _____.
23. Rzeszewski T.S, " A Compatible High Definition Television System", The Bell System Technical Journal, Vol.62, No.7, September 1983.
24. Rzeszewski T.S, Pazardi M, " Compatible High Definition Television Broadcasting", Vol. BC-33, No.4, Desember 1987.

25. Tonge G.J, "The Television Scanning Process", SMPTE Journal, July 1984.
26. Watanabe H, "Transmission Equipment", Presented at Seminar on Seminar of Higher Definition Television System, Kualalumpur, June 1988.

LAMPIRAN A

USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI PENGKAJIAN TENTANG SISTEM HIGH DEFINITION TELEVISION.
- B. RUANG LINGKUP :
- Sistem Modulasi.
- Sistem Komunikasi terapan.
- Teknik Televisi.
- C. LATAR BELAKANG : Pada masa yang akan datang dapat dipastikan bahwa televisi yang berkualitas tinggi merupakan suatu Kebutuhan. Kemampuan fungsional sistem televisi Konvensional yang ada saat ini masih belum memadai untuk memenuhi Karakteristik sistem visual manusia. Jika ditinjau dari segi Kualitas gambar tampak bahwa gambar yang ditampilkan masih Kasar. Oleh karena itu dikembangkan suatu sistem televisi yang mampu menampilkan gambar dan suara yang lebih baik

dari sistem Konvensional.

Sistem High Definition Television merupakan sistem televisi tingkat lanjut (Advanced Television) yang mampu menampilkan gambar dengan kualitas gambar yang lebih baik dari sistem Konvensional. Gambar yang ditampilkan oleh sistem ini lebih jelas, jernih dan cemerlang. Sistem HDTV juga menampilkan gambar dengan aspect ratio lebar dengan layar yang berukuran besar.

D. PENELAAHAN STUDI : Agar dapat menampilkan gambar yang lebih berkualitas daripada gambar yang ditampilkan oleh sistem televisi Konvensional diperlukan elemen-elemen gambar dan informasi warna yang lebih banyak. Dalam sistem HDTV diperlukan jumlah garis pengulasan kira-kira dua kali jumlah garis pengulasan televisi

Konvensional. Dengan demikian bandwidth sinyal baseband komposit menjadi dua kali sinyal baseband televisi konvensional.

Dengan meningkatnya bandwidth sinyal baseband maka bandwidth transmisinya juga meningkat melebihi bandwidth kanal transmisi televisi broadcast yang telah ditetapkan oleh CCIR. Gangguan-gangguan gambar yang biasa timbul pada televisi konvensional dihilangkan dengan menghilangkan interferensi antar sinyal krominan maupun interferensi antara sinyal luminan dan sinyal krominan.

Gambar berkualitas tinggi diperoleh dengan teknik-teknik baru baik pada unit produksi, unit transmisi maupun unit reproduksi gambar.

Agar bandwidth transmisi HDTV tidak terlalu jauh melebihi

bandwidth televisi konvensional dan untuk menghilangkan interferensi-interferensi sinyal gambar maka pada bagian pemancar diterapkan teknik teknik baru dalam pembentukan (encoding) dan transmisi sinyal gambar komposit. Dan pada bagian penerima juga diterapkan teknik pembentukan kembali (decoding sinyal gambar.

E. TUJUAN : Memperoleh gambaran tentang teknologi High Definition Television yang dikembangkan di beberapa negara maju.

F. LANGKAH-LANGKAH : 1. Studi literatur tentang sistem High Definition Television.
2. Mengumpulkan data.
3. Pembahasan teori dan data yang didapat.
4. Menarik kesimpulan.
5. Penulisan naskah.

G. JADWAL KEGIATAN :

KEGIATAN	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
Studi literatur						
Pengumpulan data						
Pembahasan						
Kesimpulan						
Penulisan Naskah						

H. RELEVANSI

: Dengan dilakukannya studi tentang sistem High Definition Television, maka diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan pertelevisian di Indonesia.

G. JADWAL KEGIATAN :

KEGIATAN	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
Studi literatur						
Pengumpulan data						
Pembahasan						
Kesimpulan						
Penulisan Naskah						

H. RELEVANSI

: Dengan dilakukannya studi tentang sistem High Definition Television, maka diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan pertelevisian di Indonesia.

LAMPIRAN B

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada 20 April 1967 di Kotamadya Surabaya Propinsi Jawa Timur sebagai anak kedua dari empat bersaudara.

Dari ayah : Abdullatif

Ibu : Arlinah

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. Tahun 1979 : Lulus dari Sekolah Dasar Negeri 64 Surabaya.
2. Tahun 1982 : Lulus dari Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Surabaya.
3. Tahun 1985 : Lulus dari Sekolah Menengah Atas Negeri 7 Surabaya.
4. Tahun 1985 : Lolos Seleksi PMDK dan diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.